

АМЕРИКАНСКАЯ ПРОГРАММА "КРИТИЧЕСКИЕ ВОЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ

В. Корчак, Е. Тужиков, Л. Бочаров ipraes@online.stek.net

В последние два десятилетия в России существенно вырос интерес к изучению мировой практики в области выбора важнейших направлений исследований в научно-технической сфере и прогнозирования ее развития. Одной из передовых стран, у которой накоплен значительный опыт в разработке и реализации программ в этой области, традиционно являются США. Некоторые американские подходы к формированию перечней критических технологий, в частности, программа "Национальные критические технологии" (National Critical Technologies, NCT), и важнейших направлений исследований получили распространение и в России. Принимая во внимание существенную разницу в подходах, используемых в США и в России, представляется целесообразным кратко рассмотреть содержание программы NCT и более детально проанализировать ее преемницу – программу "Критические военные технологии".

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЕЙ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В 1992–1995 годах в России в результате работ экспертных групп Совета безопасности, Госкомпрома, Комитета РФ по машиностроению и ряда других министерств и ведомств были подготовлены предложения о целесообразности разработки отечественного перечня критических технологий и перспективных направлений исследований. В 1995 году было принято постановление Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым были подготовлены перечни восьми приоритетных направлений и 70 критических технологий федерального уровня, утвержденные в июле 1996 года председателем Правительственной комиссии по научно-технической политике. В дальнейшем эти перечни корректировались в 2002 и 2006 годах.

Формирование перечней приоритетных направлений исследований и критических технологий проводилось и во Франции. Так, Министерством промышленности Франции в 1995, 2000 и 2005 годах были реализованы три проекта, в ходе которых выбраны соответственно 105, 119 и 83 ключевые технологии [1, 2]. Цель первых двух – помочь национальным компаниям лучше ориентироваться в перспективных технологиях и выяснить, какие из них могут быть успешно разработаны. Последний проект был призван ответить на два вопроса: какие технологии смогут дать Франции конкурентные преимущества в следующие 5–10 лет и что должно предпринять государство, чтобы это обеспечить?

Сравнивая подходы США, России и Франции, можно отметить следующее. В США

формирование перечней критических технологий являлось необходимым условием для организации эффективных работ по непрерывному анализу состояния и оценке уровней развития науки и техники (поскольку невозможно проводить одновременный мониторинг состояний всего спектра технологий и научно-технических направлений, влияющих на экономическое развитие и безопасность страны). При этом результаты выполнения программы NCT служили важной, но не единственной основой для принятия государственных решений в сфере управления НИОКР. В России, как и во Франции, американская практика была трансформирована в область методологии выбора приоритетов научно-технического развития на среднесрочную перспективу. В этой связи следует заметить, что методический подход к выбору приоритетов в США основан на последовательной декомпозиции и развертывании "дерева целей" в соответствии, например, с процедурой ПАТТЕРН (PATTERN – Planning Assistance Through Technical Evaluation Relevance) [3]. Кроме того, в результате опубликованной в 1998 году работы экспертов корпорации RAND [4] подход к выбору приоритетов при формировании перечня критических технологий был трансформирован Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию (UNIDO) в один из экспертных методов технологического Форсайта, получивший название метод "критических технологий" [4]. В отечественных публикациях метод критических технологий также рассматривается как один из методов технологического Форсайта [5, 6, 7].

ПРОГРАММА MILITARILY CRITICAL TECHNOLOGIES PROGRAM (MCTP)

К истории вопроса. В 1989 году во избежание экономического отставания и обеспечения безопасности страны в США была инициирована федеральная программа "Национальные критические технологии" (National Critical Technologies, NCT). Основная цель программы – организация и проведение систематического анализа состояния важнейших (для экономики и безопасности страны) технологий в интересах поддержки принятия органами законодательной и исполнительной властей государственных решений в сфере науки и техники, т.е. решений по вопросам развития федеральных НИОКР. Планирование и организация работ по программе NCT были возложены на Национальный совет по науке и технике (NSTP).

Основная форма представления результатов выполнения программы NCT – отчет о мировом состоянии и уровнях развития технологий, которые были отнесены к критически важным для экономики и безопасности страны технологиям, т.е. вошедших в состав перечня. Отчет публиковался не реже одного раза в два года. Непосредственный отбор и формирование перечня национальных критических технологий (National Critical Technologies List, NCTL) не являлись целью программы NCT, а относились к процедуре организации ее выполнения. Первоначально для формирования перечня NCTL использовались предложения министерств и ведомств, в дальнейшем было привлечено более 300 ученых и специалистов, вошедших в состав девяти экспертных групп (по девяти технологическим группам – категориям). Каждая экспертная группа выявляла и обосновывала конкретные технологии для включения в состав перечня NCTL, который уточнялся и по мере необходимости корректировался, как правило, после публикации и обсуждений очередного отчета по программе*.

Основные результаты выполнения программы NCT за период с 1990 по 1995 год были реализованы в следующих документах.

1. "Научно-техническая стратегия обеспечения национальной безопасности" (National Security Science and Technology Strategy, 1995). Подготовлен Национальным советом по науке и технике (National Science and Technology Council NSTP) при участии Совета по науке и технологиям при Президенте США (PCAST) и Управления общего учета и контроля Конгресса США (GAO).
2. "Приоритетные направления государственных НИОКР" (обычно этот документ ежегодно оформлялся в форме меморандума). Подготовлен Управлением научно-технической политики администрации Президента США (OSTP).
3. "Научно-техническая оборонная стратегия (Defense Science and Technology Strategy, May 1996)". Подготовлен сотрудниками Министерства обороны (Department of Defense, DoD) и помощником заместителя министра обороны по исследованиям и технологиям Deputy Under Secretary of Defense (Science & Technology) – DUSD (S&T).

* Надо отметить, что окончательные отчеты по программе NCT в открытой печати не публиковались. Отдельные выдержки из последнего отчета 1995 года были размещены в Интернете, а в сокращенном виде опубликованы Управлением общего учета и контроля Конгресса США (GAO).

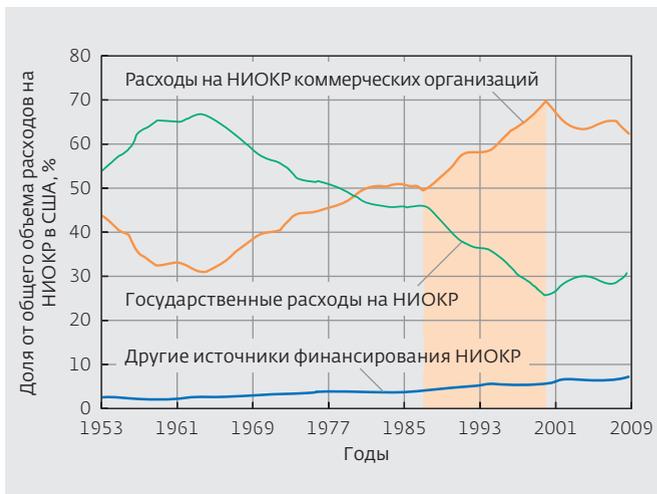


Рис.1. Динамика структурных изменений расходов на НИОКР в США

4. "План развития оборонных технологий" (Defense Technology Area Plan, Feb. 1994). Подготовлен DoD и DUSD (S&T).

Программа МСТР. Характеристики и содержание. В условиях бурного (динамичного и стабильного) роста объема коммерческих НИОКР в общем объеме финансирования НИОКР в США (рис.1) в период с 1990 по 1995 год руководством страны было принято решение о передаче программы NST под управление Министерства обороны и о придании ей оборонной направленности. В 1995 году программа была переименована и получила название **Militarily Critical Technologies Program, МСТР** (Критические военные технологии). Основная цель этой долгосрочной программы – систематическое изучение и оценка всего спектра технологий, как уже используемых при создании вооружения



Рис.2. Методология и процедура выполнения программы МСТР

и военной техники (BBT), так и потенциально способных вызвать интерес у военного ведомства.

Непосредственное исполнение программы МСТР было возложено на заместителя министра обороны по приобретениям и технологиям – Under Secretary of Defense (Acquisition & Technology), USD (A&T). Ассигнования на ее выполнение выделялись в рамках раздела P110 "Обеспечение и поддержка критических технологий, USD (A&T)" (Critical Technology Support) – программного элемента бюджета НИОКР № 0605110D8Z (НИОКР категории VA 5 Аппарата министра обороны – OSD). Главным идеологом и одним из исполнителей работ по программе МСТР выступает федеральный центр НИОКР (FFRDC) – Институт изучения и анализа проблем обороны (Institute for Defense Analyses Studies and Analyses – IDA). Общая характеристика методологии и организационной процедуры, отражающих ход выполнения этой программы, представлена на рис.2.

С 2001 года и по настоящее время в ходе реализации программы МСТР разрабатываются и систематически обновляются документы, описывающие состояние критических военных технологий (Militarily Critical Technologies List, MCTL), а также развитие исследований и разработок оборонной направленности (Developing Science and Technologies List, DSTL). Надо отметить, что распространение оригинальных редакций документов MCTL и DSTL ограничено, а публикации их несекретных версий практически полностью прекратились в 2009 году. В начале 2010 года был закрыт и интернет-ресурс, на котором размещались устаревшие документы MCTL и DSTL [8].

Содержательная часть документа MCTL представляет собой результаты анализа современного состояния оборонных технологий по 20 технологическим группам (технологическим платформам) (рис.3). Каждая технологическая группа MCTL может включать от двух до 13 тематических направлений (подгрупп)*. Последняя

* Технологическая платформа (ТП) или группа – термин, предложенный Еврокомиссией для обозначения тематических направлений, в рамках которых формулируются приоритеты инновационного развития Евросоюза. В РФ формирование технологических платформ можно рассматривать в качестве одного из возможных вспомогательных инструментов реализации национальных приоритетов научно-технологического развития и развития научно-производственных связей. В 2012 году Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям был утвержден перечень, состоящий из 27 технологических платформ.

редакция документа MCTL опубликована в 2010 году (рис.4).

Надо отметить, что состав технологических групп (платформ) и соответствующих им тематических направлений может изменяться по мере необходимости. Для каждого тематического направления технологической группы в документе MCTL указаны:

- общая характеристика состояния работ в рамках тематического направления технологической области;
- качественные и количественные показатели, характеризующие состояние современного уровня развития данного направления;
- перечень основных материалов, необходимых для реализации технологий в промышленном производстве;
- перечень необходимого уникального производственного, контрольно-измерительного и прочего оборудования и программных средств;
- основные существующие области коммерческого использования технологий и изделий;
- проблемы экономической доступности изделий, создаваемых по рассматриваемым технологиям (или проблемы экономической целесообразности использования в военной области);
- существующие государственные и международные нормативно-правовые ограничения на распространение технологий и изделий, созданных на их основе (вопросы экспортного контроля и международных ограничений на обмен технической информацией).

Общее руководство работами по подготовке и обновлению перечня развивающихся научно-технологических направлений DSTL возложено на помощника министра обороны (ПМО) по НИОКР (ASD R&E)**. В этом документе приводятся результаты анализа состояния и оценок перспектив развития (прогноза) исследований (фундаментальных и прикладных) и технологических разработок оборонного назначения. Разработка и периодическое обновление документа DSTL осуществляются по тем же 20 технологическим группам, что и в MCTL. Однако тематические направления в перечнях MCTL и DSTL могут различаться.

** До 2009 года ответственным за подготовку документа DSTL являлось Управление по снижению опасности (DTRA).

<p>Технологии вооружения и энергетических веществ</p> <p>Системы объемного взрыва 3</p> <p>Боеприпасы, снаряды малого и среднего калибров 1 3</p> <p>Бомбы, боеголовки и снаряды большого калибров 1 2 3</p> <p>Энергетические материалы 1 2 3</p> <p>Системы предохранения, взведения и взрыватели 1 2 3</p> <p>Пушки и артиллерийские системы 1 2 3</p> <p>Мины, противоминная защита и разминирование 1 3</p> <p>Ракеты 2 3</p> <p>Вооружение нелетального действия 3</p> <p>Регенеративные жидкотопливные орудия 3</p> <p>Живучесть, бронезащита и разрушение боеголовок 3</p>	<p>Технологии оружия направленной энергии, кинетическое оружие</p> <p>Электромагнитные (рельсовые) пушки (ускорители твердых тел) 3</p> <p>Электротермические (включая термические) орудия 3</p> <p>Микроволновое оружие 3</p> <p>Лазеры (газодинамические, импульсные) 1 3</p> <p>Мощные химические лазеры 3</p> <p>Мощные эксимерные лазеры 3</p> <p>Мощные твердотельные лазеры 3</p> <p>Мощные лазеры на свободных электронах 3</p> <p>Лазеры с оптической накачкой 3</p> <p>Распространение энергии лазерного излучения 3</p> <p>Коротковолновые лазеры 3</p> <p>Пучковое оружие на заряженных частицах 3</p> <p>Пучковое оружие на нейтральных частицах 3</p> <p>Обеспечивающие технологии для оружия направленной энергии 1 3</p>	<p>Технологии информационных систем</p> <p>Системы боевого управления, контроля, связи, разведки и обработки данных (АСБУ, АСУ и т.д.) 1 2 3</p> <p>Компьютерные технологии автоматизированного проектирования и производства (САБ /САМ) 1 3</p> <p>Высокопроизводительные вычисления 1 2 3</p> <p>Пользовательские интерфейсы 1 2 3</p> <p>Защита информации 1 2 3</p> <p>Системы разведки 1 3</p> <p>Моделирование и имитация 1 2 3</p> <p>Вычислительные сети и маршрутизаторы 1 2 3</p> <p>Обработка сигналов 1 2 3</p> <p>Программное обеспечение 1 2 3</p> <p>Приемопередающие системы 1 3</p>
<p>Технологии авиационных систем</p> <p>Совершенствование конструкций турбинных двигателей 3</p> <p>Конструкции самолетов 1 2 3</p> <p>Конструкции вертолетов 2 3</p> <p>Безэкипажные летательные аппараты 2 3</p> <p>Цифровые электронные системы автономного управления 3</p> <p>Газотурбинные двигатели 1 3</p> <p>Бортовые системы отображения информации, кабины пилотов 1 3</p> <p>Прямоточные воздушно-реактивные двигатели 2 3</p> <p>Датчики 2 3</p> <p>Снижение заметности 2 3</p> <p>Интеграция систем 2 3</p> <p>Контролепригодность двигательных установок 3</p> <p>Системы управления и навигации 3</p>	<p>Технологии электроники</p> <p>Электронные компоненты 1 3</p> <p>Материалы для электроники 1 3</p> <p>Оборудование для производства 1 3</p> <p>Электронное оборудование основного назначения 1 3</p> <p>Микроэлектроника 1 3</p> <p>Оптоэлектроника 1 3</p>	<p>Технологии информационной войны</p> <p>Боевое опознание 3</p> <p>Электронная атака 1 3</p> <p>Электронная защита 3</p> <p>Электронные "хитрости" (ловушки и т.д.) 3</p> <p>Оптико-электронное противодействие 1 3</p> <p>Оптико-электронное поражение 1 3</p> <p>Методология ведения информационной войны 3</p>
<p>Технологии химического и биологического оружия</p> <p>Производство биологических материалов (компонент) 2 3</p> <p>Системы защиты от химического и биологического оружия 1 2 3</p> <p>Производство химических материалов (компонент) 2</p> <p>Системы предупреждения, обнаружения и идентификации 1 2 3</p> <p>Окружающая среда 2 3</p> <p>Человеческие факторы 2 3</p> <p>Распыление (принципы боевого применения) химических и биологических веществ 2</p>	<p>Датчики и лазерные технологии</p> <p>Акустические датчики для средств воздушного и наземного базирования 1 3</p> <p>Активные гидроакустические системы 1 3</p> <p>Пассивные гидроакустические системы 1 3</p> <p>Акустические системы для кораблей 1 3</p> <p>Электрооптические датчики 1 3</p> <p>Измерители гравитационного поля Земли (гравиметры, градиентометры) 1 3</p> <p>Лазеры 1 3</p> <p>Измерители магнитных полей 1 3</p> <p>Измерители освещенности 1 3</p> <p>Радиолокаторы 1 3</p>	<p>Технологии производства</p> <p>Усовершенствованное производство и технологические процессы 1 2 3</p> <p>Компьютерно-ориентированное проектирование, производство, испытания и обслуживание 3</p> <p>Метрология 1 2 3</p> <p>Системы неразрушающего контроля 1 2 3</p> <p>Производство технологического оборудования 1 2 3</p> <p>Роботизированные технологические линии 1 2 3</p>
<p>Технологии энергетических систем</p> <p>Обычные энергетические системы (с высокой плотностью энергии) 1 3</p> <p>Магнитогидродинамические системы 3</p> <p>Источники электрической энергии для электромобилей 1 3</p> <p>Высокомощные и импульсные источники 1 3</p> <p>Сверхпроводимость и ее приложения 3</p>	<p>Технологии материалов</p> <p>Броневые и бронепробивные материалы 1 3</p> <p>Биоматериалы 2 3</p> <p>Электрические материалы 1 3</p> <p>Магнитные материалы 1 3</p> <p>Оптические материалы 1 3</p> <p>Материалы для снижения заметности 1 3</p> <p>Конструкционные материалы, высокопрочные и высокотемпературные 1 3</p> <p>Специальные функциональные материалы 1 3</p>	<p>Поражающие факторы оружия и противодействие</p> <p>Распространение электромагнитного излучения 2 3</p> <p>Электромагнитный импульс от высоковисотного ядерного взрыва 2 3</p> <p>Мощное электромагнитное излучение микроволновых диапазонов 3</p> <p>Уменьшение действия ударных волн от взрыва 2 3</p> <p>Уменьшение действия ударных волн от проникающих боеприпасов 1 2 3</p> <p>Действие ионизирующего излучения 2 3</p> <p>Поражающее действие лазерного оружия 3</p> <p>Поражающее действие пучкового оружия 3</p> <p>Моделирование поражающего действия импульсной энергии 2 3</p> <p>Вторичные эффекты радиационного воздействия 2 3</p> <p>Подземный контроль 3</p>

Примечание. Тематические направления входят в: 1 – часть I перечня "Технологии систем вооружения"; 2 – в часть II "Оружие массового поражения"; 3 – в часть III "Развивающиеся критические технологии"

Рис.3. Структура перечня МСТЛ в редакции до 2000 года

Технологии средств наземного базирования	
Усовершенствованные дизельные двигатели	1
Человеко-машинные интерфейсы (кабины экипажей) для средств наземного базирования	2 3
Комбинированно-электрические движительные системы	3
Датчики для средств наземного базирования	3
Снижение заметности и управление ею	3
Конструкции средств наземного базирования	3
Интеграция систем	2 3

Технологии средств морского базирования	
Технологии подъема затонувших кораблей и глубоководного погружения	3
Технологии движения и двигательных систем	1 3
Живучесть и снижение заметности	1 3
Подводные и глубоководные аппараты	1 3

Технологии средств космического базирования	
Астронавтика	3
Электроника и компьютеры	1 3
Системы запуска	3
Оптоника	1 3
Управление энергией и теплообменом	1 3
Двигательные системы	1 3
Тестирование и испытания	3
Датчики	1 3
Снижение заметности и живучесть	3
Конструкции КА	3
Интеграция систем	3

Ядерные технологии	
Технологии обогащения делящихся веществ	2 3
Технологии ядерных реакторов	1 2 3
Инерциальные технологии удержания плазмы	1 2 3
Обработка ядерных материалов	1 2 3
Вспомогательные материалы	1 2 3
Ядерное оружие	1 2 3

Технологии управления, навигации и контроля	
Системы управления и контроля для самолетов и космических аппаратов	1 2 3
Инерциальные системы навигации и связанные с ними компоненты	1 2 3
Радионавигационные системы и системы обеспечения навигационными данными (аппаратура потребителей)	1 2 3

Технологии снижения заметности	
Состав перечня неизвестен	1 2 3

Рис.3. Продолжение

Структура содержательной части перечня DSTL аналогична MCTL за исключением того, что по каждому тематическому направлению в нем дополнительно указываются следующие сведения:

- качественные и количественные данные, характеризующие перспективы дальнейшего развития исследований и разработок на 5-10 лет;
- сравнительные оценки состояния и уровня развития работ в США и в других странах мира.

Примеры, иллюстрирующие и характеризующие содержание документа DCTL для 16 технологической группы "Технологии навигации и координатно-временного обеспечения" представлены на рис.5 и в табл.1.

Очевидно, что достоверность и полнота результатов выполнения программы MSTR определяются не только числом и профессионализмом экспертов, входящих в состав рабочих групп TWG, но и качеством используемой для принятия решений информационно-аналитической информации.

Сбор и анализ научно-технической информации. Следует заметить, что в последнее время в МО США существенно усилена роль работ, связанных со сбором и анализом научно-технической информации. Помимо программ разведывательного сообщества США (ЦРУ, АНБ и др.) в этой области Пентагоном по линии аппарата ПМО по НИОКР инициирован ряд проектов, направленных на организацию систематического сбора и анализа научно-технической информации в интересах национальной обороны. К числу наиболее важных проектов можно отнести.

- программу Intelligence Reviews Program, являющуюся неотъемлемой частью процедуры Reliance 21 (стратегического (сводного) планирования программ фундаментальных, прикладных исследований и технологических разработок, ФПИ и ТР). Основной результат программы – ежегодный краткий доклад по данным анализа зарубежной научно-технической информации, в том числе поступившей по линии научно- и военно-технической разведки (Intelligence Reviews Outbrief);
- программу Science and Technology Net Assessment Program, в рамках которой регулярно проводится сравнительный анализ зарубежных научно-технических программ (текущих и планируемых к постановке) и проектов исследований и разработок МО США. Основной результат реализации этой программы – оценка перспективности и реализуемости проектов ФПИ и ТР военного ведомства;
- проект DRUMBEAT (барабанный бой), который предусматривает еженедельное обобщение мнений, изложенных на специально организованном интернет-форуме, посвященном обсуждению научных проблем и мировых научно-технических достижений, имеющих потенциал для военного применения;
- проект Global Technology Development Database, основная цель которого – создание и сопровождение (наполнение и актуализация) баз данных, содержащих несекретную информацию о мировых научно-технических разработках и достижениях. Эти базы

<p>Авиационные технологии (Aeronautic Technology)</p> <p>Аэродинамика Авиационные силовые установки Конструкции авиационной техники, бортовые системы и обеспечивающие технологии Системы и органы управления летательными аппаратами Беспилотные авиационные комплексы</p>	<p>Технологии космических систем (Space Systems Technology)</p> <p>Бортовое оборудование и обеспечение автономности Технологии электроники и вычислительной техники для космических систем Ракетносители Оптические приборы для космических систем Энергетические системы, системы охлаждения и теплозащиты Системы запуска космического аппарата (КА) Двигательные установки КА Информационно-измерительные системы КА Живучесть изделий космической техники Средства космической связи и телеметрии Технологии лазерного оружия космического базирования Проектирование и конструирование космической техники</p>	<p>Поражающие факторы оружия (Weapons Effects Technology)</p> <p>Электромагнитное излучение Ионизирующее излучение Тепловое и световое излучения Ударные волны</p>
<p>Боеприпасы, обычные виды вооружения и энергетические материалы (Armament and Energetic Mateials)</p> <p>Индивидуальное и групповое вооружение малого и среднего калибров Силовые установки и двигатели для тактического вооружения Системы и устройства предохранения, взведения, инициирования и обеспечения мест взрыва (взрыватели) Артиллерийские орудия и минометы Системы наведения, целеуказания и управления Технологии боевых частей, боеголовок и ЗУ Поражающие факторы и эффективность боевого применения Энергетические материалы Технологии минирования и противоминных действий Ракетные системы и комплексы Защита от обычных средств поражения Оружие нелегального действия Технологии утилизации и обезвреживания</p>	<p>Технологии систем направленной энергии (Directed Energy Systems Technology)</p> <p>Электромагнитное оружие большой мощности и мощные СВЧ-боеприпасы Лазерное оружие</p>	<p>Технологии лазерной техники, оптических приборов и информационно-измерительные устройства (Laser, Optics and Sensors Technology)</p> <p>Лазеры Оптические элементы и приборы Оптические материалы Оптико-электронные приборы и устройства Пассивные гидролокаторы (гидрофоны) Активные гидролокаторы Гидроакустические системы и комплексы Радиолокационные технологии</p>
<p>Биологические технологии (Biological Technology)</p> <p>Биологические агенты (БА) и их производство Стабилизация состояний БА, различие и распространение Технологии обнаружения и идентификации БА, системы предупреждения и оповещения Биологическая защита и ликвидация последствий</p>	<p>Технологии энергетических систем (Energy Systems Technology)</p> <p>Источники энергии Генерация и преобразование энергии Хранение энергии Распределительные системы, управление энергоснабжением и проблемы охлаждения</p>	<p>Технологии и процессы военного производства (Processing and Manufacturing Technology)</p> <p>Передовые производственные технологии и процессы Подшипники и подшипниковые узлы Метрология Оборудование и приборы для неразрушающего контроля Производственное оборудование Технологии и оборудование для нанесения покрытий</p>
<p>Биомедицинские технологии (Biomedical Technology)</p> <p>Генетические материалы и вирус-подобные частицы Генные последовательности, определяющие устойчивость к различным типам патогенов</p>	<p>Технологии электроники (Electronics Technology)</p> <p>Компонентная элементная база Материалы для электроники Производственное оборудование Электронная техника основного назначения Интегральные усилители</p>	<p>Морская техника (Marine Systems Technology)</p> <p>Пропульсивные установки и двигатели Управление заметностью военно-морской техники Необитаемые подводные аппараты и комплексы на их основе Высокоэффективные конструкции судов Подводные средства движения, водолазное оборудование и средства проведения подводных аварийно-спасательных работ</p>
<p>Технологии защиты информации (Information-Security Technology)</p> <p>Криптографические технологии Технологии сетевой защиты Технологии надежного программного обеспечения</p>	<p>Технологии наземной самоходной техники (Ground Systems Technology)</p> <p>Самоходные (мобильные) наземные роботы и комплексы на их основе Автомобильная и бронетанковая техника Обеспечение живучести</p>	<p>Материалы и технологические процессы их производства (Materials and Process Technology)</p> <p>Материалы для силовых установок и двигателей Конструкционные материалы (высокопрочные, жаропрочные и бронезащитные) Материалы для обеспечения живучести Резино-технические материалы</p>
<p>Химические технологии (Chemical Technology)</p> <p>Производство химических материалов Средства обнаружения химических веществ, их идентификации и системы предупреждения об опасности Системы и средства химической защиты</p>	<p>Технологии информационных систем (Information System Technology)</p> <p>Технологии получения данных Технологии обработки данных Информационные процессы и их интеграция Человеко-машинные интерфейсы и средства визуализации Передача информации и средства телекоммуникаций Информационные операции (действия)</p>	<p>Технологии ядерных систем (Nuclear System Technology)</p> <p>Рентгенография вспышек Обнаружение радиоактивных источников</p>
	<p>Технологии управления заметностью (Signature Control Technology)</p> <p>Технологии снижения заметности Технологии обнаружения малозаметных целей Технологии интеграции</p>	<p>Технологии навигации координатно-временного обеспечения (Positioning, Navigation and Time Technology)</p> <p>Инерциальные навигационные системы Гравиметры и гравитационные градиентометры Радионавигационные, гидроакустические и корреляционно-экстремальные навигационные системы Измерители магнитных и электромагнитных полей и системы на их основе Временное обеспечение (средства временного и частотного обеспечения)</p>

Рис.4. Структура перечня критических военных технологий и перспективных направлений исследований и работок в редакции 2010 года

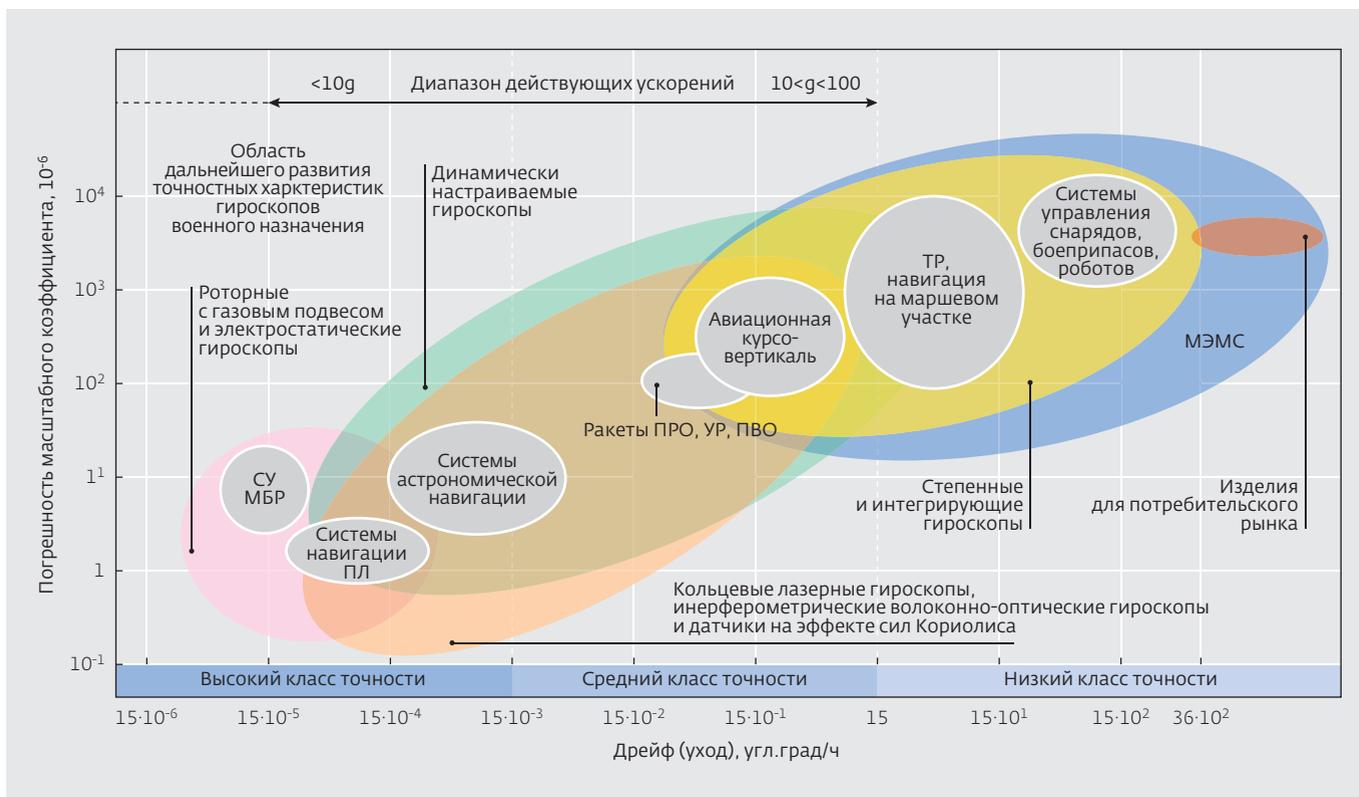


Рис.5. Области военного применения гироскопов различного типа [6]

данных размещаются на информационном портале МО США (R&E Portal), запущенном в работу в июне 2007 года.

- проект Strategic Support for Basic Research, SSBR (Стратегическая поддержка фундаментальных исследований). Стартовал в 2012 финансовом году. Ориентирован на проведение комплексного мониторинга научно-технической информации в интересах анализа состояния фундаментальных исследований оборонной направленности и выявления их перспективных направлений. Проект финансируется по бюджетной категории НИОКР ВА 1 – фундаментальные исследования. Заказчиком работ выступает Аппарат министра обороны (по линии ПМО по НИОКР).

Как показало проведенное исследование, помимо учреждений военного ведомства, осуществляющих планирование и заказ НИОКР, а также учебных заведений и предприятий промышленности, весомый вклад в общий объем аналитических сведений для программы МСТР вносят и другие организации. К ним относятся информационно-аналитические центры МО США и видов ВС, центры исследований и разработок, финансируемые

из федерального бюджета (федеральные центры исследований и разработок – ФЦИР) и ряд некоммерческих организаций (НКО), осуществляющих мониторинг состояния развития отдельных областей науки и техники и выявление их тенденций.

Рассмотрим основные особенности деятельности этих центров.

Информационно-аналитические центры (Information Analysis Centers – IAC). Сегодня в рамках Министерства обороны США существует 19 таких центров, из них десять функционируют как обособленные структурные подразделения и обладают статусом DoD IAC. Остальные девять центров (видовые) принадлежат к видам ВС. Они сформированы как структурные подразделения научно-исследовательских организаций (статус Military IAC). Основные задачи IAC – сбор, систематизация и анализ научно-технической информации по закрепленному за ними перечню научных направлений и технических областей (Technical Area Tasks – TATs). Общую координацию деятельности обособленных подразделений DoD IACs и их финансирование осуществляет Центр технической информации (DTIC), входящий в состав аппарата ПМО

Таблица 1. Характеристики состояния и уровней развития работ в области навигации и координатно-временного обеспечения [10] ОА3201 и ОА3201М

Тематические научно-технологические направления DSTL	Россия	США	Великобритания	Франция	Германия	Япония	Китай
Инерциальные навигационные системы и их элементы							
Автономные инерциальные навигационные системы	●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●
Комплексированные инерциальные навигационные системы (с использованием информации о физических полях Земли и данных спутниковых систем)	●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●
Гирокомплексные инерциальные навигационные системы (с определением эталонных азимутов астрономическими методами)	●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●	●●
Кольцевые лазерные гироскопы	●●●	●●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Волоконно-оптические гироскопы	●●●	●●●●	●	●●●	●●●	●●●	●●
Гироскопы и акселерометры на основе технологий микроэлектромеханических систем	●●	●●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●
Акселерометры на новых физических принципах	●●	●●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Акселерометры на основе технологий наноэлектромеханических систем		●	●		●	●	
Гравиметры и гравитационные градиентометры							
Гравиметры абсолютных значений	●●●●	●●●●	●●●	●●●	●●●	●●●●	●●●
Гравиметры относительных значений	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Гравитационные градиентометры	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●	●●	●●●●
Системы радионавигации и их компоненты							
Спутниковые глобальные системы радионавигации	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●	●●●●	●●●
Дифференциальные системы радионавигации на основе спутниковых систем	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●	●●●●	●●●
Комплексные неинерциальные системы радионавигации	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Радиовысотометры с низким уровнем энергии излучения	●●	●●	●●●	●●	●●		
Информационные базы данных для навигационных систем (цифровые карты местности, базы данных о физических полях и т.д.)	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●

Таблица 1. Продолжение.

Тематические научно-технологические направления DSTL	Россия	США	Великобритания	Франция	Германия	Япония	Китай
Адаптивные антенные системы и устройства обработки радиосигналов	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	●	● ●
Миниатюрные приемники сигналов радионавигации	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	●
Измерители параметров магнитных полей							
Магнитометры	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ●
Магнитные градиентометры	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	●
Технологии обеспечения эталонами времени и частот							
Средства приема и передачи сигналов точного времени и эталонов частот	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
Атомные часы	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ●	● ● ● ●
Часы с низким потреблением энергии	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ●
Лазерные часы (с оптической накачкой)	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ●	● ●

Условные обозначения: ● ● ● ● – высокий; ● ● ● ● – существенный; ● ● – незначительный; ● – ограниченный или слабый.

по НИОКР. Ассигнования выделяются в рамках раздела 002 программного элемента бюджета НИОКР DTIC № 0605801КА. В 2013 году стартовала программа реформирования обособленных центров DoD IAC. В ней запланировано сокращение числа центров до трех (на основе объединения) с одновременным укрупнением спектра технических областей, по которым предписывается проводить информационно-аналитическую работу.

Федеральные центры исследований и разработок ФЦИР. Эти организации являются вспомогательными подразделениями министерств и ведомств, предназначенными для проведения анализа, прогнозирования и выполнения НИОКР в интересах решения важнейших проблем, стоящих перед Правительством США. Деятельность центров финансируется и контролируется соответствующими министерствами и ведомствами США (заказчиками НИОКР). Непосредственное управление ими осуществляется органами управления, состоящими из руководителей ведущих (по профилю ФЦИР) образовательных, промышленных или некоммерческих организаций (т.е. права на

управления ФЦИР передаются неправительственным учреждениям)*. Индивидуальные названия у ФЦИР могут быть самые разные: Лаборатория, Институт, Центр и т.п. Среди множества законодательных требований, предъявляемых к организациям, имеющим статус ФЦИР, следует выделить следующие:

- основными (не менее 95%) источниками дохода организации должны быть НИОКР по заказам профильного министерства (например, Министерства энергетики) или другого правительственного учреждения (например,

* За последние годы в США управление несколькими ФЦИР было передано различным интегрированным структурам (консорциумам), сформированным на основе учреждений высшего профессионального образования и промышленных организаций. Так, в октябре 2007 года права на управление широко известной Лос-Аламосской национальной Лабораторией были переданы из Калифорнийского университета консорциуму "Национальная безопасность Лоренса Ливермора" (LLC), сформированному на основе таких промышленных и образовательных организаций, как корпорация Bechtel National, Университет Калифорнии, компания Babcock & Wilcox, Вашингтонское отделение корпорации URS и Беттельского мемориального института.

национального фонда или национального агентства). Основной спонсор определяет ведомственную принадлежность ФЦИР;

- деятельность организации не должна составлять конкуренцию коммерческим организациям, т.е. не наносить вреда интересам американских коммерческих организаций.

Сейчас в США статус ФЦИР имеют 39 организаций, основная деятельность которых финансируется девятью министерствами и ведомствами США (см. рис.4)*. Объем финансирования приведен на рис.6.

Военное ведомство США финансирует и контролирует деятельность десяти ФЦИР, которые по специфике своей деятельности подразделяются на три категории (табл.2):

- специализирующиеся на вопросах анализа и изучения проблем в военной, военно-экономической и в военно-технической сферах;
- выполняющие исследования и разработки по отдельным видам ВВТ или областям работ (например, программного обеспечения);
- проводящие инженерное проектирование функциональных блоков и их системную интеграцию в объекты ВВТ.

Как видно из данных табл.2, пять из десяти ФЦИР военного ведомства США выполняют работы, связанные с анализом и изучением оборонных проблем. Причем, три организации такого типа находятся под управлением корпорации RAND и традиционно проводят исследования, ориентированные на анализ состояния и прогноз развития ВС США.

Среди некоммерческих организаций, предоставляющих аналитическую информацию, используемую в программе МСТР, можно выделить:

- НКО мониторинга и анализа научно-технологического развития стран АТР. Деятельность этой организации осуществляется в рамках программы Asian Technology Information Program (ATIP);
- Центр анализа мирового технологического развития и оценок состояния исследований и разработок в различных странах – World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC Inc.);
- НКО инновационной политики в сфере технологий энергетики Energy Technology Innovation Policy (ETIP).

* Доля работ, связанных с проведением ФЦИР фундаментальных исследований, в общем объеме НИОКР составляет ~39%, прикладных – 31%.



Рис.6. Распределение ФЦИР по ведомственной принадлежности (спонсорам)

Приведем краткую характеристику деятельности этих организаций.

НКО АТИР имеет зарубежные филиалы в Японии и Китае. Штаб-квартира находится в Альбукерке. Основная цель – сбор и подготовка информационно-аналитических обзоров и отчетов, связанных с развитием технологий, оценками состояния рынков наукоемкой продукции и анализом стратегий инновационного развития в различных странах. По информации, размещенной на сайте www.atip.org, АТИР выполняет работы по заказам организаций разных стран мира и, кроме того, ежегодно на платной основе публикует ~50 отчетов (в среднем по 15 страниц каждый). Для международных промышленных корпораций стоимость годовой подписки на эти публикации составляет ~15 тыс. долл. Учебным заведениям и организациям малого бизнеса предоставляются скидки, размер которых определяется индивидуально в каждом конкретном случае.

Основные публикуемые результаты деятельности НКО АТИР – периодические обзоры значимых научно-технических достижений и событий в сфере промышленного производства стран АТР по следующим направлениям:

- высокопроизводительные вычисления;
- нанотехнологии (в последнее время АТIP публикует и отчеты с анализом развития нанотехнологий в странах ЕС);
- научные исследования и разработки в области квантовой информатики;
- развитие технологий автомобильной промышленности;
- технологии микросистемной техники и микроэлектромеханических систем (МЭМС);
- технологии обеспечения безопасности (промышленной, продовольственной, химической, биологической и драйвер светодиодов);
- технологии генерации и хранения энергии в странах АТР;
- проблемно-ориентированные (специализированные) обзоры научно-технических достижений, полученных в отдельных странах (преимущественно в КНР, Корею и Малайзии).

НКО WTEC Inc. – институт, образованный в 2001 году путем вывода (spin-off) из состава Университета Лойолы штата Мэриленд информационно-аналитического подразделения, которое на протяжении многих лет успешно выполняло работы в интересах правительственных учреждений США – заказчиков государственных НИОКР. В настоящее время НКО специализируется на решении задач, связанных с анализом состояния и оценкой уровней мирового научно-технологического развития в таких областях, как электроника, биотехнологии, ядерная энергетика, технологии промышленного производства, информационные технологии и др.

Ее основная деятельность финансируется федеральными учреждениями, на которые, как правило, возложены функции планирования и заказа государственных НИОКР. К их числу относятся Научно-исследовательские управления сухопутных войск (ARO), ВВС (AFOSR), ВМС (ONR), Управление перспективных исследований и разработок МО США (DARPA), научное управление Министерства энергетики (Science Office DoE), Национальный научный фонд (NSF), Национальное аэрокосмическое агентство (NASA), Национальный институт здравоохранения (NIH), Агентство по защите окружающей среды (EPA). В состав НКО WTEC Inc. входят три структурных подразделения: WTEC-PA, WTEC-MD и WTEC-VA.

Информационно-аналитическую деятельность НКО WTEC Inc., осуществляемую при финансовой поддержке органов управления военного ведомства США, можно охарактеризовать тематикой отчетов, опубликованных с 1994 по 2010 год:

- исследования в области подводных аппаратов (обитаемых и необитаемых) и подводных технологий, проводимые в РФ, Украине и странах Восточной Европы [11]. Подготовлен в 1994 году при финансовой поддержке ARPA (ныне DARPA) и NSF;
- морские технологии и разработка необитаемых подводных аппаратов в Восточной Сибири и на Дальнем востоке России [12]. Аналитическая работа проводилась при финансовой поддержке научного управления ВМС и Национального научного фонда. Отчет опубликован в 1996 году;
- российские исследования и разработки в области наночастиц и наноструктурированных материалов [13]. Подготовлен в 1997 году при финансовой поддержке Научных управлений ВМС и ВВС, Министерства энергетики, Национального научного фонда, Национального института стандартов и других правительственных организаций США;
- перспективы развития технологий хранения данных (устройств памяти) [14]. Подготовлен в 1999 году при финансовой поддержке DARPA, Научного управления ВМС, Национального научного фонда и Национального института стандартов;
- исследования в области микросистемной техники и МЭМС, проводимые в Японии [15]. Подготовлен в 2003 году при финансовой поддержке DARPA, Научного управления ВМС, Национального научного фонда и Национального института стандартов;
- оценка мирового состояния исследований и разработок в области производства микромашин, микросистем и МЭМС [16]. Подготовлен в 2005 году при финансовой поддержке Научного управления ВМС, Министерства энергетики, Национального научного фонда и Национального института стандартов;
- оценка мирового состояния исследований и разработок в области углеродных нанотрубок: производство и применение [17]. Подготовлен в 2007 году при финансовой поддержке Научного управления ВМС, Национального научного фонда и Национального института стандартов;
- оценка мирового состояния исследований и разработок в области гибкой и пластичной электроники [18]. Подготовлен в 2010 году при финансовой поддержке Научного управления ВМС и Национального научного фонда.

С открытым перечнем отчетов и аналитических докладов НКО WTEC Inc., связанных с оценками состояния и перспектив развития исследований и разработок в мире, можно ознакомиться на ее

Таблица 2. Федеральные центры исследований и разработок МО США

Название ФЦИР	Финансирующий и контролирующий деятельность ФЦИР орган военного управления	Категория ФЦИР	Тип организации, имеющей права на управление	Название управляющей организации
<p>Центр изучения и анализа проблем обороны (Studies and Analyses Center). Старое: Институт изучения и анализа проблем обороны (Institute for Defense Analyses Studies and Analyses)</p>	<p>Аппарат заместителя МО по приобретениям, технологиям и МТО (Office of the USD (A&T and Logistics))</p>	<p>Центр изучения и анализа</p>	<p>Некоммерческие организации (НКО)</p>	<p>Институт анализа оборонных проблем (Institute for Defense Analyses)</p>
<p>Национальный институт оборонных исследований (National Defense Research Institute)</p>				<p>RAND Corp.</p>
<p>Центр инженерных разработок в области национальной безопасности (National Security Engineering Center). Старое: ФЦИР средств разведки, боевого управления и связи (C3I Federally Funded Research & Development Center)</p>	<p>Аппарат заместителя МО по приобретениям, технологиям и МТО</p>	<p>Центр системного проектирования и интеграции</p>	<p>НКО</p>	<p>MITRE Corp.</p>
<p>Центр исследований в области вычислительной техники и средств связи (Center for Communications and Computing). Старое: Институт оборонных исследований в области вычислительной техники и средств связи (Institute for Defense Analyses Communications and Computing)</p>	<p>Агентство национальной безопасности/ Главная служба безопасности (National Security Agency/Central Security Service)</p>	<p>Лаборатория исследований и разработок</p>		<p>Институт анализа оборонных проблем (Institute for Defense Analyses)</p>
<p>Центр анализа военно-морских проблем (Center for Naval Analyses)</p>	<p>ВМС</p>	<p>Центр изучения и анализа</p>		<p>CNA Corp.</p>
<p>Лаборатория Линкольна (Lincoln Laboratory)</p>	<p>Аппарат ПМО по НИОКР (Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering)</p>	<p>Лаборатория исследований и разработок</p>	<p>ВУЗ</p>	<p>Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology)</p>

Таблица 2. Продолжение

Название ФЦИР	Финансирующий и контролирующий деятельность ФЦИР орган военного управления	Категория ФЦИР	Тип организации, имеющей права на управление	Название управляющей организации
Авиакосмический центр исследований и разработок (Aerospace Federally Funded Research and Development Center)	ВВС	Центр системного проектирования и интеграции	НКО	The Aerospace Corp.
Центр Проект ВВС (Project Air Force)		Центр изучения и анализа		RAND Corp.
Институт разработки программного обеспечения (Software Engineering Institute)	Аппарат ПМО по НИОКР (Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering)	Лаборатория исследований и разработок	ВУЗ	Университет Карнеги-Меллона (Carnegie Mellon University, CMU)
Арройо центр (Arroyo Center)	Армия	Центр изучения и анализа	НКО	RAND Corp.

официальном сайте [19]. Наиболее важные результаты работы НКО опубликованы такими издательствами, как Springer (общественные науки), Academic Press (спинтроника и молекулярная электроника), Kluwer (биология и биотехнология), Imperial College Press (робототехника). Помимо информационно-аналитической работы WTEC осуществляет подготовку и организацию семинаров и международных конференций в интересах федеральных министерств и правительственных учреждений и при их финансовой поддержке.

НКО ЕТИР – научно-исследовательская группа, входящая в состав Белферовского центра науки и международных отношений, Исследовательского центра при школе управления им. Джона Ф.Кеннеди Гарвардского университета (Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard University’s John F. Kennedy School of Government) [2]. Задачи организации, образованной в 1997 году, – формирование инновационных стратегий развития энергетики и выявление приоритетных направлений разработок в этой области (энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии) для США,

Китая и Индии. К числу основных задач НКО ЕТИР относятся:

- поиск стратегий создания новых энергоресурсов и рационального освоения существующих (невозобновляемых и возобновляемых);
- формирование инновационной политики энергосбережения и энергозамещения, выбор и обоснование стратегий, обеспечивающих повышение энергоэффективности;
- выявление перспективных вариантов развития ядерной, термоядерной и водородной энергетики;
- анализ проблем глобального изменения климата, поиск путей снижения губительного техногенного воздействия, в первую очередь энергетического комплекса, на природную среду;
- анализ состояния исследований и разработок в области создания водозоэффективных, водосберегающих и водоохраных технологий.

Проведенный анализ показал, что программа МСТР – важный элемент существующей в МО США системы научно-технического планирования, а результаты, полученные в ходе ее выполнения, позволяют обеспечить существенную

информационную поддержку органам военного управления при решении следующих задач:

- обоснования выбора приоритетных направлений развития оборонных исследований и разработок;
- выявления зарождающихся технологий, потенциально способных в будущем осуществить качественный скачок в развитии ВВТ;
- определения масштабов перспективности и оценки реализуемости проектов исследований и разработок, как текущих, так и планируемых к постановке в будущем;
- своевременного выявления отставания США от мирового уровня в критически важных областях развития военных технологий;
- обоснования мероприятий по ограничению распространения информации, связанной с достижениями, полученными в ходе выполнения программ НИОКР гражданского назначения;
- продвижения законодательных инициатив в области совершенствования контроля за распространением технологий, имеющих важное военное или двойное назначение.

* * *

В заключение отметим следующее. В 2013 финансовом году после неоднократной критики выполнения программы МСТР со стороны Управления общего учета и контроля Конгресса США (GAO) [20, 21], руководством Пентагона было принято решение о преобразовании в следующем финансовом году программы МСТР в новый проект под названием "Оценка состояния и уровней развития критических технологий" – Critical Technology Assessments. В бюджетном запросе военного ведомства на 2014 финансовый год этот проект был включен отдельным разделом в общую программу с названием "Анализ оборонных технологий" – Defense Technology Analysis.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Louvet J.P.** Les principaux résultats de l'étude "Technologies clés 2005". – Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Paris, 2000.
2. НКО ЕТИР – belfercenter.ksg.harvard.edu/project/10/energy_technology_innovation_policy.html.
3. **Лопухин М.М.** ПАТТЕРН-метод планирования и прогнозирования научных работ. – М.: Мир, 1971.
4. **Popper S., Wagner C., Larson E.** New Forces at Work. – Industry Views Critical Technologies. RAND, 1998.
5. **Голиченко О.Г., Зудина А.Б., Оболенская Л.В.** Системы формирования научно-технических приоритетов и критических технологий: зарубежный опыт. Карта технологических дорог России: проблемы выбора приоритетов и критических технологий, ч.1. – М.: Изд-во РУДН, 2005.
6. **Соколов А.В.** Метод критических технологий – Приводная техника, 2008, №3, с.16–29.
7. **Соколов А.В.** Метод критических технологий. – Форум, 2007, т.1, №4, с.64–74.
8. www.dtic.mil/mctl.
9. Developing Science and Technologies List, Section 16. Positioning, Navigation, and Time Technology. – Department of Defense, Office of the USD, Acquisition, Technology and Logistics Washington, D.C., Jan. 2006, p.9.
10. Militarily Critical Technology, Part III. Developing Critical Technology. Section 16. Positioning, Navigation, and Time Technology. – Defense Threat Reduction Agency, October 1999, 157p.
11. Research Submersibles and Undersea Technologies in Russia, Ukraine, and Western Europe. Report, International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division, Loyola College in Maryland, 1994. – www.wtec.org/loyola/subsea/toc.htm
12. Submersibles and Marine Technologies In Russia's Far East and Siberia. – Final Report, WTEC, Loyola College in Maryland, 1996, ISBN 1-883712-41-6, 158p.
13. Russian Research and Development on Nanoparticles and Nanostructured Materials. Report, WTEC. 1997. – www.wtec.org/loyola/nano/Russia/welcome.htm
14. The Future of Data Storage Technologies. – Final Report, International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division, ISBN 1-883712-53-x, 157p.
15. Microsystems Research in Japan. – Final Report, World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC), 2003, 194p.
16. International Assessment of Research and Development in Micromanufacturing. – Final Report, World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC), 2005, 279 p.
17. International Assessment of Research and Development on Carbon Nanotubes: Manufacturing and Applications. Final Report, World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC), 2007, 138p.
18. European Research and Development in Flexible Hybrid Electronics. – Final Report, World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC), 2010, 150p.
19. www.wtec.org.
20. Defense Technologies: DOD's Critical Technology Lists Rarely Inform Export Control and Other Policy Decisions. – United States Government Accountability Office, Report to Congressional Committees, GAO-06-793, Washington, D.C: July 2006, 30p.
21. Protecting Defense Technologies: DOD Assessment Needed to Determine Requirement for Critical Technologies List. – United States Government Accountability Office, Report to Congressional Committees, GAO-13-157, January 2013, 31p.