

© Полтавский А.В., Семенов С.С., Бурба А.А.
Poltavskiy A., Semenov S., Burba A.

МОДЕЛИ ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ СОЗДАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

MODELS CHOICE OF ALTERNATIVES FOR CREATING COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Аннотация. Рассматриваются концепции принятия решений в задачах создания сложных технических систем. Дается краткий обзор методов и моделей в условиях выбора объектов.

Annotation. Discusses the concept of decision-making tasks to create complex technical systems. A brief overview of the methods and models in terms of selection of objects.

Ключевые слова. Многоуровневая сложная техническая система, системный анализ, жизненный цикл, стадия жизненного цикла, процесс принятия решения, лицо принимающее решение, альтернативный вариант, показатель и критерий эффективности.

Key words. Multi-level complex technical system, systems analysis, life cycle, life cycle stage, the process of decision-making, decision maker, the alternative, indicator and performance criteria.

1. Актуальность применения методов принятия решений при разработке сложных технических систем

Каждый человек, начиная с момента формирования сознания и взгляда на окружающий мир, постоянно принимает решения при выполнении каких-либо действий. Мы часто сталкиваемся с проблемами выбора между несколькими способами поведения, которым необходимо дать сравнительную оценку. Теория принятия решений дает рецепт выбора линии поведения в различных ситуациях. По мере развития общества и информационных технологий усложняются условия, в которых оказывается человек.

Рациональная теория принятия решений призвана дать ответы на два вопроса:

1. Какие сведения являются существенными для данного выбора?
2. Как сопоставить их друг с другом, чтобы прийти к правильному заключению?

Основное свойство рационального решения – это

оптимальность, т.е. при прочих равных условиях выбранный вариант должен иметь самую высокую оценку.

Этот простой принцип стремления к максимизации выигрыша и минимизации потерь представляется наиболее разумным в простых ситуациях. Важность правильного выбора определяет жизнь и судьбу человека [1].

В случае, когда мы имеем дело с техническими объектами (техническими системами), наши неправильные действия могут привести к невыполнению их основного назначения, потерям финансового и временного характера. В условиях научно-технического прогресса, становления нового технологического уклада, основанного на новых и, прежде всего, информационных технологиях, выбор правильного и научно-обоснованного решения приобретает первостепенное значение.

Как в нашей стране, так и за рубежом разработана целая система мер по управлению и обеспечению выпуска качественной продукции. Возникла новая наука – квалиметрия, под которой специалисты понимают науку об измерении качества различных объектов [2, 3].

Полтавский Александр Васильевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, тел. 8(495)334-84-79;

Семенов Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, руководитель группы анализа и перспективного проектирования, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН;

Бурба Александр Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Poltavskiy Alexander – Ph.D., senior researcher, Institute of control sciences VA. Trapeznikov RAS, tel. 8 (495) 334-84-79;

Semenov Sergey – Ph.D., head of analysis and design perspective, Institute of Control Sciences. VA Trapeznikova Sciences;

Burba Alexander – Ph.D., senior researcher, Institute of control sciences VA. Trapeznikov RAS.

Данная наука основана на современных методах и моделях оценки качества и технического уровня (ТУ) создаваемой продукции и успешно развивается, о чем свидетельствуют множество публикаций в периодических изданиях и выпуски учебных пособий и монографий [4-8].

Применительно к продукции специального назначения в 1990-е годы был предложен метод оценки ТУ образцов вооружения и военной техники (ВВТ) с привлечением математических методов теории принятия решений и экспертных оценок [9], который затем получил применение и апробацию при оценке конкретных образцов ВВТ [10–12]. Данный метод, реализованный на компьютерных технологиях, вызвал широкое обсуждение среди ученых и специалистов оборонно-промышленного комплекса в силу простоты, доступности, надежности и оперативности получения результатов [13].

В данной статье рассмотрены особенности и уточнены основные понятия процедуры принятия решений, а также один из подходов к постановке задачи при оценке технического уровня сложных технических систем (СТС) и выбора альтернатив при их создании.

2. Определение понятия «сложная техническая система» и основные стадии ее жизненного цикла в процессе принятия решения

В настоящее время технические системы, как правило, являются сложными, поэтому следует говорить о СТС, определение которым можно дать следующим образом: «Система – это внутренне организованная на основе того или иного принципа целостность, в которой все элементы настолько тесно связаны друг с другом, что выступают по отношению к окружающим условиям и другим системам как нечто единое» [14]. Пока не существует формального и строгого определения понятия сложной или большой системы¹. Отметим основные свойства системы, которым должен удовлетворять объект как СТС [15, 16]. Это признаки целостности и модульности объекта, наличие более или менее устойчивых связей (отношений) между элементами системы, при этом с системных позиций определяющими являются не любые свя-

зи, а только лишь существенные связи (отношения), которые определяют интегративные свойства систем, наличие интегративных свойств (качеств), присущих системе в целом, но не присущих ее элементам в отдельности, и организация (организованность) развивающихся систем, которая проявляется в структурных особенностях системы, сложности, способности сохранения системы и ее развития.

Системный анализ рекомендует начинать процесс принятия решений с выявления и четкого формулирования конечных целей, рассматривать проблему как единую систему и выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного решения, согласовывать цели подсистем с общей целью системы, выявлять и анализировать возможные пути достижения цели и выбирать из них наиболее эффективные.

Принимать решения приходится на всех стадиях жизненного цикла СТС. Согласно национальному российскому стандарту "Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем ISO/IEC 15288:2002" различают шесть стадий жизненного цикла [17]:

- замысла;
- разработки;
- производства;
- применения;
- управления в поддержке применения;
- прекращения применения и возможного списания.

Стадии могут применяться для построения структур, при помощи которых процессы жизненного цикла используются для моделирования непосредственно жизненного цикла. Масштабы и точность применения процессов в рамках описанных стадий и с учетом их продолжительности зависят от изменяющихся технических и деловых потребностей СТС (проекта), определяющих и использующих жизненный цикл.

В табл. 1 представлены этапы жизненного цикла СТС. На рис. 1 показана информационная поддержка (ИП) СТС применительно к образцам ВВТ, где отдельно выделена стадия "Утилизация" [18]. Жизненный цикл СТС

¹ В настоящее время мы постоянно сталкиваемся с многоуровневыми иерархическими системами. Для математического описания различают три типа иерархических систем и соответствующие им понятия уровней: уровень описания или абстрагирования; уровень сложности принимаемого решения; организационный уровень. Для их различия приняты следующие термины: "страта-слой", "эшелоны". Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает ее поведение с точки зрения различных уровней абстрагирования. Уровни абстрагирования, включающие описание, называют "стратами". Сложная проблема принятия решения разбивается на семейство последовательно расположенных более простых подпроблем, так что решение всех подпроблем позволяет решить и исходную проблему. Такую иерархию называют иерархией слоев принятия решений, а всю систему принятия решений – многослойной системой (принятия решений). Некоторые из подсистем являются принимающими решения (решающими) элементами. Уровень, который находится под влиянием другого в иерархической системе называется "эшелоном" (Никифоров А.Д., Ковшов А.Н., Смиртладзе А.Г. Теоретические основы прогнозирования в технике и технологии. – М.: Высш. шк., 2010. – 519 с. – С. 186-196).

Этапы жизненного цикла СТС, цель и варианты решений на этапах в соответствии сГОСТ ИСО 15288- 2002

Этапы жизненного цикла	Цель	Варианты решений
Замысел	<ul style="list-style-type: none"> • Определение потребности заказчиков; • исследование концепции; • формирование предложений по жизнеспособным решениям 	<ul style="list-style-type: none"> • Исполнение следующего этапа; • продолжение стадии; • переход к предыдущему этапу; • задержка в исполнении проекта; • остановка проекта
Разработка	<ul style="list-style-type: none"> • Уточнение требований к системе; • создание проекта решения; • построение системы; • проведение верификации* и валидации* системы 	
Производство	<ul style="list-style-type: none"> • Производств системы; • инспектирование и тестирование 	
Эксплуатация	Использование системы для удовлетворения нужд заказчиков	
Сопровождение	Обеспечение поддерживаемых системных возможностей	
Снятие с эксплуатации	Хранение, архивирование или списание системы	
Утилизация	–	

***Примечание.** *Верификация* (verification) – подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены. Верификация в контексте жизненного цикла системы является совокупностью действий по сравнению полученного результата жизненного цикла системы с требуемыми характеристиками для этого результата. Результатами жизненного цикла могут являться (но не ограничиваются только ими) установленные требования, описание проекта и непосредственно система.

Валидация (validation) – подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены. Валидация в контексте жизненного цикла системы является совокупностью действий, гарантирующих и обеспечивающих уверенность в том, что система способна выполнять заданные функции в соответствии с установленными целями и назначением в конкретных условиях функционирования.

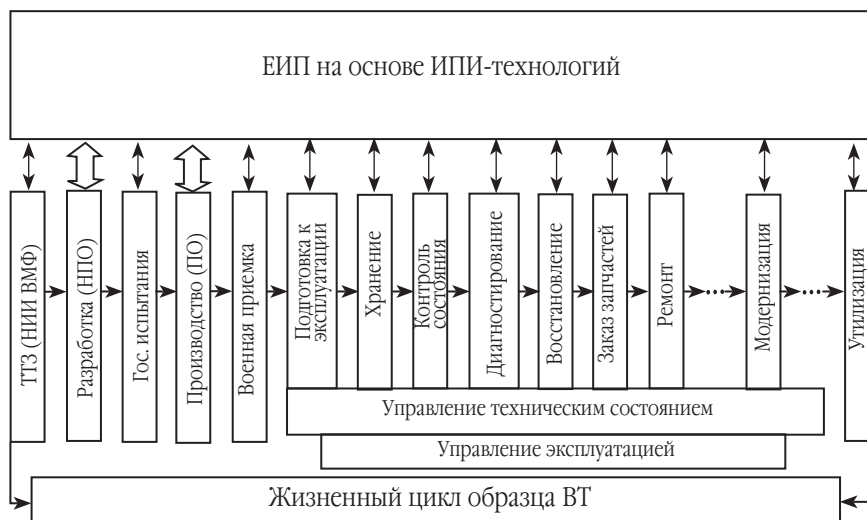


Рис. 1. Реализация ИП-технологий на этапах жизненного цикла СТС: ЕИП – единое информационное пространство; ИПИ – информационная поддержка изделий; VT – военная техника

описывается графом. Пример изображения графа применительно для судостроительной промышленности представлен на рис. 2 [19].

3. Процедура принятия решений при разработке сложных технических систем

Рассмотрим непосредственно сам процесс принятия решений при формировании технического решения. В соответствии с ГОСТ ИСО 15288- 2002 ранее введено такое понятие как "процессы проекта", которые включают:

- планирование проекта;
- оценку проекта;
- контроль проекта;
- принятие решений;
- управление рисками;
- управление конфигурацией;
- управление информацией.

Процессы проекта используются для установления и выполнения планов, оценки фактических достижений и продвижений проекта в соответствии с плана-

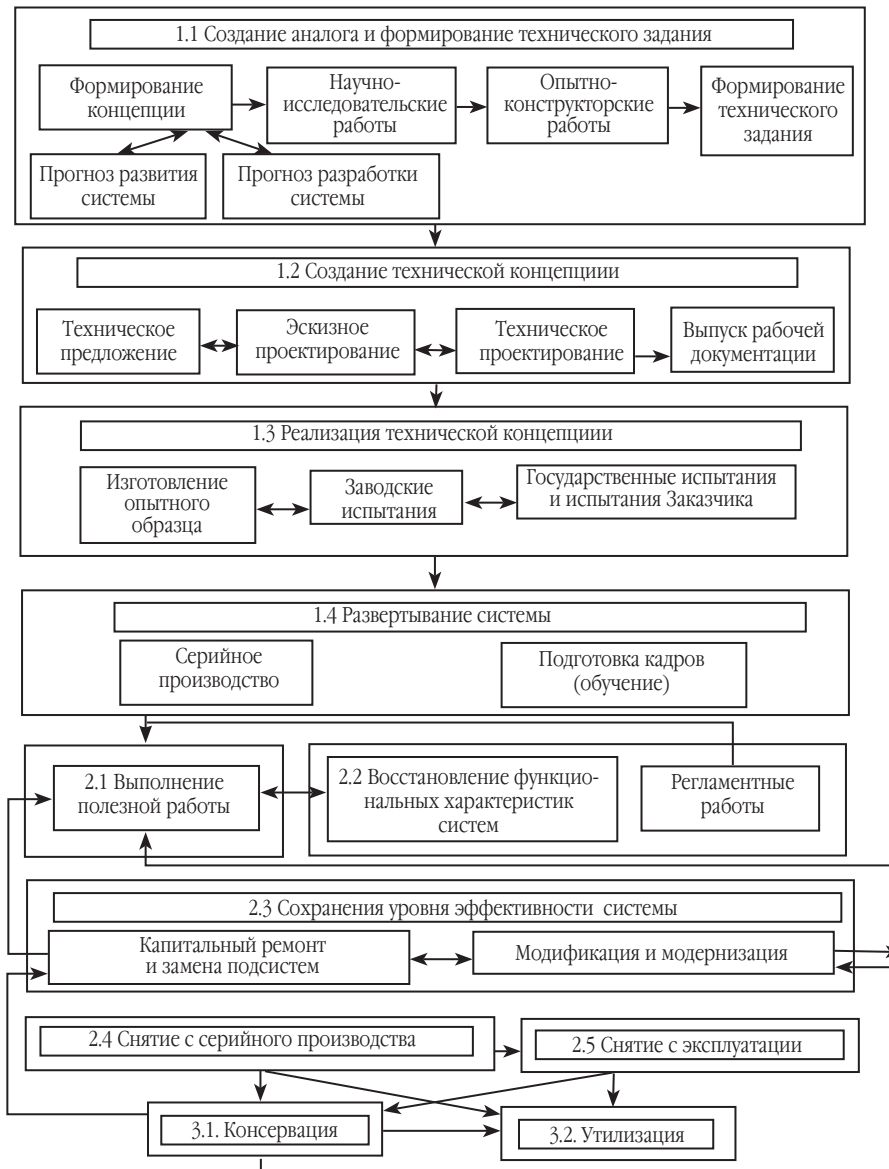


Рис. 2. Граф жизненного цикла СТС

ми и для контроля выполнения проекта вплоть до его завершения. Отдельные процессы проекта могут осуществляться в любой момент жизненного цикла и на любом уровне иерархии проектов как в соответствии с проектными планами, так и с учетом непредвиденных обстоятельств. Уровень точности и формализации, с которой осуществляются процессы проекта, зависит от сложности самого проекта и проектных рисков.

Планирование исследования операции, оценка и контроль являются ключевыми процессами практически для всех видов управления.

Цель процесса управления оценкой проекта заключается в определении статуса проекта. В ходе этого процесса периодически или при возникновении важных событий проводится оценка развития проекта и достижений относительно требований, планов и целей бизнеса. В случае обнаружения существенных отклонений ин-

формация о результатах оценки сообщается заинтересованным сторонам для осуществления адекватных управляющих воздействий.

В результате успешного осуществления процесса оценки проекта:

- становятся доступными показатели или результаты оценки рабочих характеристик проекта;
- оценивается адекватность ролей, обязанностей и полномочий участников проекта;
- оценивается адекватность ресурсов и услуг, необходимых для реализации проекта;
- анализируются отклонения от планируемых значений показателей рабочих характеристик проекта;
- заинтересованные стороны информируются о статусе проекта.

В системном анализе обычно считают, что выбор – это уже принятие решений. Однако из представленных

элементов процесса проекта мы видим, что между элементами "оценка проектов" и "принятие решений" включен и элемент "процесс контроля проекта".

Цель процесса контроля проекта заключается в организации исполнения плана проекта и обеспечении гарантий реализации проекта в соответствии с планами и графиками в пределах бюджета проекта и гарантий удовлетворения технических целей.

В результате успешного осуществления процесса контроля проекта:

- определяются и совершаются корректирующие действия, если результаты проекта не соответствуют запланированным заданиям;
- инициируется перепланирование проекта, если цели проекта или ограничения изменились, или допущения, сделанные при планировании, оказались неверными;
- санкционируются действия по переходу от одного запланированного этапа или события к следующему (при условии успешной реализации предыдущего этапа или события);
- достигаются цели проекта.

В соответствии с ГОСТ ИСО 15288- 2002 цель процесса принятия решений заключается в выборе из существующих альтернатив наиболее предпочтительного направления проектных действий. Этот процесс является реакцией на возникающие в процессе жизненного цикла системы запросы о принятии решений, направленных на достижение заданных, желаемых или оптимальных результатов вне зависимости от характера или источников таких запросов. Альтернативные действия анализируются и выбирается направление действий. Решения и их обоснование документируются для поддержки принятия решений в будущем.

В результате осуществления процесса принятия управленческих решений:

- определяется стратегия принятия решений;
- определяются альтернативные направления действий;
- выбирается наиболее предпочтительное направление действий;
- принятое решение, его обоснование и допущения документируются и доводятся до сведения заинтересованных сторон.

Процесс принятия решения – это процесс, в результате которого поставленная проблема получает решение. Теории принятия решений посвящено достаточно много работ. В общем виде процесс принятия решения с технологической точки зрения хорошо изложен в известной методической разработке Новосибирского

государственного технического университета, который можно представить в виде этапов жизненного цикла решений [20]:

- Этап 1. Целевыявление.
- Этап 2. Формирование целей.
- Этап 3. Выработка решений.
- Этап 4. Выбор решений.
- Этап 5. Оценка решений,
- Этап 6. Принятие решения,
- Этап 7. Реализация решения.

Этап 1 является важным и определяющим, так как дает ответы на вопросы: какую проблему и в каких условиях нужно решать; когда ее нужно решать; какими силами и средствами она будет решаться. На втором этапе формулируются цели системы. Чем точнее будут сформулированы цели системы, тем легче выбрать средства для их достижения. Методологической основой этапа формирования целей является системный анализ с использованием экспертных методов. На третьем этапе вырабатываются альтернативные варианты решений, осуществляется поиск различных путей достижения поставленных целей. Формами генерирования альтернатив могут быть мозговой штурм, разработка сценариев и деловые игры. Выбор решений из множества альтернативных производится лицом, принимающим решение (ЛПР), на четвертом этапе на основе сформированного критерия, по которому судят о степени достижения намеченной цели. Критерием полезности альтернативного решения может быть любой ее признак или множество признаков, измеренные на качественном либо количественном уровне. Для описания цели часто вводятся несколько критериев таким образом, чтобы они более полно характеризовали цель. Критерии для выбора решений определяются методами экспертного анализа и аппаратом математической статистики. На пятом этапе на основе модели оценки альтернативных решений, учитывающей сложившуюся ситуацию, цели, множество ограничений, варианты решений производится оценка решений через систему предпочтений ЛПР для выбора наилучшего решения. Данная задача может решаться в условиях неопределенности, порожденной влиянием внешней среды на оценку альтернативных решений, которая может быть учтена с помощью известных приемов из теории вероятностей. При отсутствии неопределенности (в случае определенности) многие задачи ПР решают известными методами оптимизации. Самым важным, на наш взгляд, является шестой этап, на котором необходимо выбрать решение для его последующей реализации по определенному алгоритму, выбирающему единственное решение, лучшее по некоторому критерию или принципу оптимальности. При принятии

решений по многим частным критериям (векторных задач оптимизации) возникают дополнительные трудности определения лучшего с точки зрения ЛПР компромиссного решения из множества допустимых по локальным критериям. Если требуется определить единственное наилучшее решение, то множество допустимых решений сводится к множеству Парето и в нем происходит поиск решения на основе некоторой схемы. Седьмой этап реализует собственно достигнутое решение. План реализации выбранного решения должен дать ответы на вопросы, кто и что должен делать, какими средствами и в какие сроки. Конкретизация решения по исполнителям может производиться посредством задачи о назначениях исполнителей на выполнение комплекса работ, по срокам и объектам работ – методами сетевого планирования и управления.

Процесс принятия решений может проходить на различных иерархических уровнях. Различают концептуальный, операциональный и детальный уровни принятия решений [21]. В табл. 2 приведены особенности каждого уровня общей иерархии принятия управленческих решений и их взаимосвязь при исследовании СТС.

ния подсистемы, выявлена рациональная логика развития операции, можно учесть дополнительные факторы и построить более сложную модель для оценивания эффективности выполнения задач подсистемами сложной технической системы. Результатом этого этапа являются обобщенный облик подсистем и средств достижения цели, формулировка общих требований к качеству их элементов. Используемые на операциональном уровне модели, как правило, реализуются в виде сложных имитационных систем.

Уровень детального исследования предполагает создание подробных математических, физических и натурных моделей элементов подсистем для анализа их качества. Так как на этом этапе оперируют, как правило, фактическим материалом, используя методы планирования эксперимента, математической статистики и другие, то модели этого уровня являются в основном статистическими.

Такая трехуровневая декомпозиция общей задачи принятия решений позволяет установить жизнеспособность выдвинутой концепции проведения операции и порождает единый (системный) взгляд на операцию и

Таблица 2

Иерархия уровней принятия решений

Уровни принятия решений	Объект исследования	Цель исследования	Модель	Показатели и критерии эффективности
	Система	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ концепций проведения операции*; • определение перечня подцелей и задач, подсистем, условий их функционирования; • формирование облика системы 	Аналитическая	<ul style="list-style-type: none"> • Степень достижения цели операции; • критерий пригодности; • критерий адаптивности
	Подсистема	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ способов выполнения задач подсистемами; • определение обобщенного облика подсистем и средств; • общие требования к качеству их элементов 	Имитационная	<ul style="list-style-type: none"> • Степень выполнения задач подсистемами; • критерий пригодности; • критерий оптимальности
	Элемент	Детальный анализ качества элементов	Статистическая	Детальный анализ качества элементов

*Примечание. Для достижения поставленной цели необходима целенаправленная деятельность – операция. Операция есть система целенаправленных действий, объединенных общим замыслом и единой целью. Понятие операции включает три определяющих момента [21]: 1) управляющая деятельность человека (ЛПР), организующего операцию на основе выбора рационального использования активных средств для достижения цели операции; 2) активные средства (технические системы, ресурсы), находящиеся в распоряжении управляющего органа и используемые в операции в соответствии с выбранным способом (стратегии управления); 3) другие средства (системы), непосредственно взаимодействующие с активными средствами.

Так, при исследовании основных концепций проведения операции, определении предварительного перечня подцелей операции и задач подсистем сложной технической системы, формировании ее "концептуального" облика необходимо многократно и оперативно решать задачу синтеза через анализ с целью отбраковки заведомо "худших" альтернатив. Здесь используются концептуальные модели.

На операциональном уровне исследований, когда определены цели, задачи и условия функционирования

процесс принятия решений как с точки зрения ее цели, так и с учетом возможности других подсистем и средств. Она позволяет проводить оценку принимаемых решений на нижележащих уровнях с использованием известных методов исследования операций (условия и цели точно определены).

Научно-технический прогресс дает нам обильный материал по существующим подходам к созданию СТС (достаточно обратиться к научно-технической литературе). В данном случае приведем пример структуры

организации проведения проектно-исследовательских работ, основанных на опыте создания систем летательных аппаратов [22]. Основными особенностями системы проектно-исследовательских работ являются:

- наличие единой цели для всех работ, которая состоит в обеспечении соответствия между структурой СТС и значениями основных ее параметров, с одной стороны, и задачами, возлагаемыми на проектируемую СТС – с другой;
- иерархическая система работ и соответствующая им иерархия целей и задач работ;
- иерархическая система методов и логико-математических моделей, используемых для исследования и проектирования СТС;
- иерархическая система критериев эффективности, по которым принимаются те или иные технические или организационные решения;
- иерархическая система способов представления результатов работ, в которой результаты предыдущего этапа служат исходными данными для последующего этапа.

Разделение проектно-исследовательских работ (проектов) на три этапа жизни СТС (планирование, проектирование, проектирование элементов СТС) является с другой точки зрения разделением проектно-исследовательских работ на три иерархических уровня, которые отличаются достижимыми целями проектно-исследовательских работ, постановками задач, предлагаемых методами и моделями исследований, результатами работ.

Схематизация системного подхода к выполнению проектно-исследовательских работ, а также схема рационального распределения задач между соответствующими специалистами приведена в табл. 3.

4. Коцепция к постановке задачи для принятия

решений и выбор альтернатив

Стратегия выбора альтернатив может быть основана на предлагаемых комплексах методов, созданных моделей и алгоритмов в задачах принятия управленческих решений одна из самых распространенных в любой предметной области. При создании объектов СТС ЛПП сталкивается с задачами принятия решений на этапах стратегического прогнозирования, планирования, распределения ресурсов и формирования (синтеза) альтернативных решений и пр. Решение таких задач сводится к выбору одного или нескольких лучших альтернативных вариантов из заданного набора множеств [22]. Для того чтобы сделать такой выбор, необходимо четко определить цель, задачи и критерии (совокупность показателей качества), по которым будет проводиться та или иная оценка для некоторого набора альтернативных вариантов.

Существует достаточно много различных подходов к постановке задачи для выбора обоснованных решений при выборе объектов СТС[24], мы приведем одну из альтернативных применительно к критериально-экстремизационному выбору.

Пусть x – некоторое решение, возможные варианты которого определены на допустимом множестве X . Качество принимаемого решения ЛПП оценивается n скалярными критериями $R_j, j=1, 2, \dots, n$, оценки по которым образуют вектор эффективности $r=(r_1, \dots, r_n)$. Вектор связан с альтернативой x функциональным отображением $F: X \rightarrow R$, которое может быть задано либо аналитически, либо статистически, или эвристически. Необходимо найти такое множество из вариантов Y , удовлетворяющий требованиям следующего вида:

$$Y_x = \{ \forall y \in Y \mid \exists x \in X: r(x) \geq r(y) \}.$$

При данной постановке предполагается, что кри-

Таблица 3

Общая характеристика этапов проектирования СТС

Этапы проектирования СТС	Рассматриваемая структура СТС	Уровень рассматриваемых систем		Методы исследования и проектирования	Исполнители	
		Высший	Низший		Организация	Основные специалисты
Планирование	Эксплуатационно-организационная	Система вышестоящего уровня	Проектируемая СТС	Методы анализа систем и деловые игры	НИИ заказчика	Экономисты и специалисты по эксплуатации системы
Проектирование	Операционная	Проектируемая СТС	Подсистемы СТС	Методы синтеза СТС, исследования операций	НИИ заказчика и исполнителя; ОКБ исполнителя	Инженеры-системотехники
Проектирование элементов	Техническая	Проектируемая СТС	Элементы СТС	Методы проектирования технических объектов с привлечением исследования операций	ОКБ и НИИ исполнителя	Инженеры-проектировщики элементов СТС, знакомые с исследованием операций

териальная оценка $r(x)$ для варианта x зависит только от этого варианта и совершенно не зависит от того, какие другие возможные варианты включены в допустимое множество X .

Технология постановки задачи управления в принятии решения при разработке СТС состоит из трех этапов: задачи анализа и теоретических исследований к постановке задачи, разработки концепции и построения комплекса методов и математических моделей, а также непосредственно организации самого процесса испытаний и возможности их внедрения. Содержание этапов представлено в табл. 4.

Выбор того или иного метода (или комплек-

критерий эффективности является некоторым правилом, с помощью которого по данному показателю эффективности выбирается наиболее предпочтительный вариант СТС

Выводы

1. Процедура принятия управленческих решений является достаточно сложным событием и одним из основных процессов при создании различных объектов СТС на всех этапах жизненного цикла. Принятие решения при этом происходит в результате наблюдения целого цикла событий: целевыявления-формирования новых и альтернативных идей – выработки обоснованных ре-

Таблица 4

Технология постановки задачи управления и принятия решений при создании СТС

Этапы	Содержание этапов
Этап № 1. Теоретические исследования	<ul style="list-style-type: none"> • Описание системы и построение моделей СТС; • анализ моделей СТС; • задача синтеза управления (оптимизация) СТС • исследование устойчивости решений
Этап № 2. Построение моделей	<ul style="list-style-type: none"> • Идентификация моделей; • имитационные эксперименты
Этап № 3. Внедрение	Анализ эффективности проекта и внедрение

са методов) для решения задачи зависит от количества и качества доступной информации. Такие данные, необходимые для осуществления концепции научно-обоснованного выбора, которую можно разделить на четыре категории: информацию об альтернативных вариантах, информацию о критериях выбора, информацию о предпочтениях, информацию множества решаемых задач. Следует уточнить, что показатель эффективности оценивает количественную степень достижения цели, а

шений – получения оценки возможных решений – собственно принятия решений – реализации решений.

2. Решение задачи по созданию эффективных объектов СТС сводится, как правило, к выбору одной или нескольких альтернатив из числа заданных. Для того чтобы обосновано сделать такой выбор, необходимо четко определить цель, задачи и критерии (показатели качества), по которым будет проводиться сама оценка некоторого набора альтернативных вариантов.

Литература

1. Линдсей П., Норман Д. *Переработка информации у человека*. – М.: Мир, 1974. – 550 с.
2. Азгальдов Г.Г. Райхман Э.П. *О квалитметрии*. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
3. Азгальдов Г.Г. *Теория и практика оценки качества. Основы квалитметрии*. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
4. Андрианов Ю. М. *Квалитметрия машиностроительной продукции*. – Л.: Машиностроение, 1990. – 271 с.
5. *Методы квалитметрии в машиностроении / АИ. Владимиров, В.Я. Кершенбаум, М.П. Поликарпов и др.; Под ред. В.Я. Кершенбаума, Р.В. Хвастунова*. – М.: Технонефтегаз, 1999. – 211 с.
6. Федюкин В.К., Дурнев В.Д., Лебедев В.Г. *Методы оценки и управления качеством промышленной продукции. Учебник* – М.: Информационно-издательский дом "Филин", Рилант, 2000. – 328 с.
7. Федюкин В.К. *Квалитметрия*. – СПб.: СПбГИЭУ, 2009. М. – 365 с.
8. Кириллов В.И. *Квалитметрия и системный анализ*. – Минск: Новое знание: М.: ИНФРА-М, 2012. – 440 с.
9. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. *Оценка технического уровня оружия – важный фактор его развития // Военный парад*. – 1995 – № 1-2. – С. 174-176 (С. 87-89 – на англ. яз.).
10. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. *Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники*. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
11. Семенов С.С. *Оценка технического уровня систем наведения управляемого авиационного оружия класса "воздух-поверхность" // Вестник компьютерных и информационных технологий*. – 2006. – № 8 – С. 7-11; № 9 – С. 13-23; № 10 – С. 12-18.
12. Семенов С.С., Щербинин В.В. *Метод оценки технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб // Вопросы оборонной техники. Сер. 9. Специальные системы управления, следящие приводы и их элементы*. – М.: ФГУП "НПЦ "Информ-

техника", 2010. – Вып. 1 (242) – 2 (243). – 108 с. – С. 29-32.

13. Семенов С.С. Опыт научного признания новых методических подходов к оценке технического уровня образцов вооружения и военной техники на примере управляемых авиационных бомб // *Боеприпасы*. – 2007. – № 5-6. – 214 с.

14. Спиркин А.Г. Основы философии. – М.: Политиздат, 1988. – 592 с. – С. 179.

15. Цвиркун А.Д. Структура сложных систем. – М.: Советское радио, 1975. – 200 с.

16. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.

17. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 – 2005. Национальный российский стандарт. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем ISO/IEC 15288:2002 (System engineering – System life cycle processes (SIL) – М. Федеральное агентство по тех. регулированию и метрологии, 2006. – 54 с.

18. Половинкин В., Дышкантюк А. Системный подход к оценке жизненного цикла вооружения ВМФ и методы его реализации // *Морской сборник*. – 2009. – № 7. – С. 23-28.

19. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем. – СПб.: НИЦ "МОРИНТЕХ", 2001. – 412 с.

20. Самков Т.Д. Теория принятия решений: конспект лекций. – Новосибирск: – НГТУ, 2010. – 107 с.

21. Надежность и эффективность в технике: Справочник. Т.3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

22. Основы синтеза систем летательных аппаратов / А.А. Лебедев, Г.Г. Аджимамудов, В.Н. Баранов и др. Под ред. А.А. Лебедева – М.: Изд-во МАИ, 1996. – 224 с.

23. Райфа Г. Анализ решений (введение в проблему выбора в условиях неопределенности). – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. – 408 с.

24. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. – М. Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013. – 304 с.

Материал поступил в редакцию 20. 06. 2014 г.