

А.С. ГЕЙДА, И.В. ЛЫСЕНКО  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПОТЕНЦИАЛА СИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

---

*Гейда А.С., Лысенко И.В.* Автоматизация решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования.

**Аннотация.** Рассматривается процесс решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования и автоматизация процессов решения этих задач. Задачи исследования потенциала систем относятся к классу новых задач, решение которых должно улучшить функционирование ряда систем, в состав которых входят взаимодействующие коллективы людей и комплексы технических устройств. Приведены примеры практически важных задач исследования потенциала систем и эффективности процессов их функционирования и источники проблемности при их решении. Вскрыта проблема решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования. Введен основной принцип исследования – принцип «погружения». На основе использования принципа «погружения» обоснованы требования к моделированию в задачах исследования потенциала систем и эффективности их функционирования, к методам и к информационным технологиям решения этих задач.

**Ключевые слова:** потенциал системы, эффективность, эффекты, оценивание, цели, целеполагание, планирование, анализ и синтез, модели, методы, методика, информационные технологии.

*Geida A.S., Lysenko I.V.* Automation of systems capabilities investigation and systems functioning effectiveness investigation problems solving.

**Abstract.** Process of the solution of systems capability research challenges and efficiency of their functioning research challenges as well as automation of processes of the solution of these challenges are considered. Research challenges of systems capability are related to the class of new challenges, such ones that their decision should improve functioning of a number of systems considered. Systems considered are the ones which include cooperating groups of people and complexes of technical devices. Examples of important practical challenges of systems capability research and efficiency of their functioning are given, problem sources are described. The problem of the solution of systems capability research challenges and efficiency of their functioning is stated. The basic principle of this problem research – an "immersion" principle is introduced. On the basis of "immersion" principle requirements to modeling in systems capability research challenges and efficiency of their functioning, requirements to challenges solutions methods and to information technologies used for such challenges solutions are justified.

**Keywords:** system capability, capabilities, efficiency, effectiveness, effects, estimation, goals, goal setting, planning, analysis, synthesis, models, methods, information technologies.

---

**1. Введение.** Практика свидетельствует, что организация [17, 22] различных видов деятельности [16, 23] требует научно обоснованного решения комплекса научно-исследовательских задач, значительная часть которых еще не решена. Организация деятельности – процесс определения элементов деятельности и отношений между ними. При этом на практике часть элементов систем и отношений между ними, а также множества возможных элементов и отношений могут быть известны в результате предшествующего опыта. Это проявляется, в частности, в том, что отношения между элементами могут быть заданы

с использованием известных физических закономерностей. Организация деятельности при этом имеет вид определения неизвестных характеристик элементов и отношений между ними из множества выбора так, чтобы получалось требуемое целое. Тем самым, такие задачи организации деятельности носят системологический характер [18]. Одни из сложнейших системологических задач организации деятельности — задачи, которые возникают при функционировании систем, включающих в свой состав взаимодействующие друг с другом коллективы людей и комплексы технических устройств. На практике [15, 19, 24–26] различные авторы используют для таких систем название человекомашинных, организационно-технических, социо-технических, социально-экономических систем, подчеркивая ту или иную особенность взаимодействия коллективов людей друг с другом и с комплексами технических устройств. Автоматизация решения части этих задач, получившей название задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования (ЗПЭ), и рассматривается в этой статье. В настоящее время автоматизация решения такого рода задач реализуется с использованием таких информационных технологий (ИТ) как CASE-средства решения задач, доменно-ориентированные языки, технологии, опирающиеся на унифицированные языки моделирования, модельно-ориентированную архитектуру программного обеспечения (ПО), сервисно-ориентированную архитектуру ПО и на другие ИТ. К сожалению, как показывает практика, существующих ИТ оказывается недостаточно для автоматизации решения ряда из рассматриваемых задач. Известно [27], что автоматизацию решения таких задач следует проводить с опорой на всесторонний учет особенностей классов решаемых задач и на опыт применения ИТ. Рассмотрим часть таких задач рассматриваемого класса, которые связаны с необходимостью исследования функционирования систем для достижения не одной, а множества различных целей, что ведет к необходимости исследования комплекса процессов функционирования системы. Такое исследование системы требует «погружения» в исследование процессов ее функционирования.

**2. Практические задачи, требующие исследования систем на основе исследования комплексов процессов их функционирования.** Рассмотрим примеры практически важных задач, требующих «погружения» характеристик систем в характеристики процессов их функционирования:

1. При внедрении инноваций, модернизации, совершенствовании производственной базы предприятий [9, 13, 14, 21] усовершенствован-

ная база может быть использована для достижения различных целей функционирования предприятия. Например, новая производственная база может позволить занять новое место или долю на рынке, освоить новую продукцию, уменьшить издержки производства при выпуске существующей, освоенной продукции, увеличить прибыль, выполнить задания учредителей или государственного оборонного заказа.

2. При планировании государственных целевых проектов и программ [10] важно оценить то, как финансирование проекта или программы сказывается на их результатах, которые проявляются при достижении различных целей социально-экономического развития.

3. При исследовании рисков [2, 4], проявляющихся при функционировании системы, важно исследовать все возможные пути использования системы, при осуществлении которых могут проявиться те или иные неблагоприятные события.

4. В процессе совершенствования оборонно-промышленного комплекса [1, 4, 13, 14, 20, 21] необходимо исследовать спектр процессов освоения выпуска перспективных изделий, производства и использования вооружения и военной техники, использования вооружения и военной техники в различных условиях обстановки

5. При совершенствовании социально-экономических систем [5, 6] необходимо прогнозировать, желательно аналитически, на математических моделях, то, как те или иные действия скажутся на возможностях той или иной социально-экономической системы осуществлять различные процессы функционирования – такие, как обеспечение граждан необходимыми ресурсами, обеспечение прав и свобод, развитие науки и культуры, оборона государства, защита безопасности.

Указанные задачи, значительная часть которых еще не решена, связаны с необходимостью аналитического, с опорой на математические модели, исследования комплексного операционного (т.е., относящегося к процессам функционирования для достижения тех или иных целей) свойства системы. Исследование (в процессе анализа и синтеза) комплексного операционного свойства системы должно проводиться на основе исследования свойств всего спектра процессов функционирования системы, и в этом смысле говорят, что исследование этого свойства системы «погружено» в исследования свойств процессов функционирования системы. Такому комплексному операционному свойству было дано название *потенциала системы* в связи с установившейся семантикой уже используемых понятий: потенциал предприятия, социально-экономический потенциал, оборонный потенциал, являющихся калькой англоязычного понятия о потенциальных

возможностях («capabilities») [5]. Рассмотрим основные особенности ЗПЭ.

**3. Задачи исследования потенциала систем и эффективности процессов их функционирования.** *Потенциал* системы [2] – свойство системы, характеризующее ее приспособленность к достижению целей при функционировании системы. Такое, новое понятие потенциала системы, родственное существующим понятиям социально-экономический потенциал, производственный потенциал, военный потенциал и зарубежному понятию о «capabilities», отличается тем, что оно позволяет связать потенциал системы с эффективностью процессов ее функционирования и с операционным качеством системы.

Напомним, что эффективность – комплексное операционное свойство процесса функционирования системы, характеризующее ее приспособленность к достижению заданной цели [3]. Потенциал и эффективность – близкие концепты, отличающиеся объектом, свойство которого они описывают (система и процесс ее функционирования для достижения одной из целей соответственно). Они — основные концепты, используемые при решении ЗПЭ.

Обозначим:  $G_j$  –  $j$ -я цель использования заданной системы из заданного множества  $G$  возможных целей использования этой системы  $j = \overline{1, J}$ ;  $\tilde{A}_j$  – событие, состоящее в актуализации цели  $G_j \in G$ ;  $\sim$  – символ случайности события;  $p_j \stackrel{d}{=} Poss(\tilde{A}_j)$  – мера возможности актуализации цели  $G_j \in G$ , где « $\stackrel{d}{=}$ » – символ «равенство по определению»;  $W_j \stackrel{d}{=} Poss(\tilde{\mathbf{R}}^{osp}(\tilde{\mathbf{R}}_K(\tilde{\mathbf{Y}}_{Kj}), \tilde{\mathbf{R}}_K(\tilde{\mathbf{Y}}_{Kj}^{\partial})))$  – возможность достижения актуализированной цели  $G_j$ , где  $\tilde{\mathbf{R}}_K$  –  $K$ -арное отношение на  $\tilde{\mathbf{Y}}_{Kj}$ ,  $\tilde{\mathbf{R}}^{osp}$  – отношение между  $\tilde{\mathbf{Y}}_{Kj} \equiv \{\tilde{Y}_{kj}, k = \overline{1, K}\}$ ,  $\tilde{\mathbf{Y}}_{Kj} \equiv \{\tilde{Y}_{kj}, k = \overline{1, K}\}$   $\tilde{Y}_{jk}^{\partial}$  – требования к результатам достижения этой цели,  $\tilde{\mathbf{R}}_k(\tilde{Y}_{jk}, \tilde{Y}_{jk}^{\partial})$  – (в общем случае, нечеткое) отношение, задающее соответствие требуемого вида между прогнозируемыми величинами эффектов  $\tilde{Y}_{jk}$  и требованиями  $\tilde{Y}_{jk}^{\partial}$  к ним. Эта возможность используется в качестве скалярного показателя эффективности функционирования системы для достиже-

ния заданной цели  $G_j \in \mathbf{G}$ . Так, в частном случае, когда  $\tilde{\mathbf{R}}^{ocp}$  имеет смысл отношений частичного порядка между характеристиками эффектов и требований к ним,  $W_j \triangleq Poss(\bigcap_{k=1}^K (\tilde{Y}_{jk} \leq / > \tilde{Y}_{jk}^o))$ . В качестве векторного показателя потенциала системы будем использовать  $\Psi_{\langle J \rangle} \triangleq \langle (p_j, W_j), j = \overline{1, J} \rangle$ . В качестве скалярного показателя потенциала системы будем использовать функцию потенциала системы — меру возможности успешного достижения любой из целей  $G_j \in \mathbf{G}$  с учетом возможности ее актуализации. Так, если события, состоящие в актуализации целей — группа несовместных событий:

$$\tilde{\mathbf{A}} \triangleq \{\tilde{A}_j\}_{j=1}^J : Poss \left( \bigcup_{j=1}^J \tilde{A}_j \right) = 1, \quad Poss \left( \bigcap_{j=1}^J \tilde{A}_j \right) = 0, \quad \text{то функция потенциала примет вид вероятностной смеси показателей эффективности:}$$

$$\psi \triangleq \sum_{j=1}^J p_j \cdot W_j. \quad \text{Векторы } \tilde{\mathbf{Y}}_j = \langle \tilde{Y}_{jk}, k \in \overline{1, K} \rangle \text{ и требования к ним}$$

определяются на основе моделей для расчета эффектов (строятся на основе моделей функционирования системы), моделей для определения требований к эффектам (строятся на основе моделей целей и целеполагания). Затем, на основе этих моделей строятся модели для расчета эффективности функционирования системы, затем — модели оценивания потенциала систем и риска при функционировании системы. Получаемые модели преобразуют в вид, позволяющий использовать те или иные математические методы решения задач, а затем разрабатывают методики решения задач — как правило, на базе современных информационных технологий. Использование связи между понятиями о потенциале системы и об эффективности процессов ее функционирования позволяет использовать в фундаменте оценивания потенциала систем методологический подход оценивания показателей эффективности достижения цели целенаправленных процессов [3] на основе концепции «оценивание степени соответствия эффектов директивным значениям», а в частном случае — использования отношения порядка для передачи соответствия — «попадания эффектов в требуемую область». В результате, в отличие от имеющихся методологий оценивания родственных показателей потенциала систем понятий становится

возможным аналитическое, основанное на моделях, прогнозное оценивание потенциала с использованием показателей эффективности. Для решения ЗПЭ разработаны *концепты и принципы решения ЗПЭ*.

Рассмотрим основные из них. *Задача* – вопрос, требующий своего исследования и разрешения. Вопрос возникает у субъекта по поводу объекта, исследуемого в этой задаче. *Решить задачу* значит ответить на вопрос задачи. Практическая задача – задача, объект исследования которой находится в материальном мире. ЗПЭ относится к практическим задачам исследования (анализа и синтеза) потенциала. *Решение ЗПЭ* – синтезированные планы деятельности с использованием заданной системы. *План* – описание (образ, модель) деятельности, позволяющее реализовать ее требуемым (запланированным) для достижения цели деятельности образом. Осуществление деятельности в соответствии с планом, т.е. так, чтобы элементы плана входили в требуемые соответствия с элементами деятельности, называют реализацией плана. *Концептуальная модель ЗПЭ* – описание ЗПЭ на естественном языке, позволяющее перейти к математической задаче планирования для ее последующего решения (разработки плана), а затем, интерпретировать полученный план для его последующей реализации. *Математическая задача* — комплекс математических моделей (практической) задачи, соответствий между ними, математических методов их использования, предназначенный для разработки решения математической задачи. Определение такой модели, свидетельствующее, что она находится в требуемом отношении с заданной (исходной) моделью, назовем *преобразованием моделей*. Преобразование в математическую модель ЗПЭ (ММ ЗПЭ) заключается в сопоставлении элементам КМ ЗПЭ элементов ММ ЗПЭ. Решение математической задачи планирования, как правило, представляет собой преобразование моделей, в котором результат – математическая модель плана. Интерпретация полученного решения математической задачи планирования (математической модели плана) состоит в преобразовании этой модели в концептуальную модель плана, такую, чтобы она могла бы быть использована людьми для реализации плана [7, 8]. Тем самым, процесс решения задачи может быть «погружен» в совокупность концептуальных моделей и их преобразований в другие модели, вплоть до получения модели решения задачи, а затем – преобразования в концептуальные модели полученного решения.

**4. Проблема автоматизированного решения задач исследования потенциала систем и эффективности процессов их функционирования.** Выше был описан примерный состав *прикладных задач*,

которые необходимо решать, как ЗПЭ. К сожалению, большая часть этих задач еще не решена, что во многом определяется и тем, что ЗПЭ относятся к новому типу задач, в которых исследуется *новое комплексное операционное свойство* систем, требующее «погружения» в решение комплекса задач исследования эффективности целенаправленных процессов функционирования системы. Решение таких задач связано с рядом источников проблемности, в частности:

1. Существенная изменчивость исследуемых систем и процессов их функционирования. Эта особенность состоит в том, что процессы функционирования рассматриваемого класса систем, как правило, уникальны. Как было указано выше, в рассматриваемых задачах исследуются человеко-машинные, организационно-технические, социотехнические, социально-экономические системы и процессы их функционирования в системологическом аспекте. Общим для таких систем представляется наличие в их составе коллективов людей, целенаправленно функционирующих для достижения тех или иных целей с использованием комплексов технических устройств. Цель – желаемое состояние в будущем, и поэтому исследование таких систем влечет необходимость прогнозирования будущего. В рассматриваемых задачах цель, как правило, достигается единожды, а затем она меняется. В результате, говорить о том, что в будущем при достижении новой цели можно будет полностью опереться на то, как эта цель достигалась ранее, нельзя. Кроме того, функционирующие для достижения целей системы подвержены существенным изменениям во времени. Например, изменениям подвержены организационные механизмы функционирования, состав персонала, особенности функционирования организационных единиц. Важно то, что когда система функционирует повторно, как правило, оказывается, что оснований для отнесения двух реализаций процесса функционирования к одной выборке нет.

2. Оценивание результатов функционирования оказывается связано с учетом субъективности людей, неточности и нечеткости их представлений и, одновременно, с учетом физических закономерностей. При этом, функционирование технических устройств может быть описано с использованием «четких» физических закономерностей. Как правило, эти закономерности носят характер функциональных зависимостей, описывающих преобразования вещества и энергии во времени.

3. Исследуемый класс систем часто характеризуется при своем функционировании переналадками, нестационарностью протекающих процессов, их изменчивостью и мелкосерийностью. Так, производство изделий в оборонно-промышленном комплексе часто характеризуется

уникальностью экземпляров производимых изделий – например, в случае ракетно-космической промышленности.

К *основным источникам проблемности при автоматизации решения ЗПЭ* относятся:

1. Особенности ЗПЭ, как нового типа задач, не решавшихся ранее, налагают особые требования к автоматизации решения ЗПЭ. Ранее не было установлено связи между исследованием потенциала системы и исследованием эффективности функционирования системы путем погружения исследования потенциала в исследование спектра возможных процессов функционирования системы. Однако, такое исследование влечет необходимость разработки обширного комплекса прогнозных аналитических, числовых моделей функционирования системы для достижения всех возможных целей функционирования. Кроме того, характеристики целей определяются функционированием среды системы, комплекс прогнозных моделей функционирования которой тоже необходимо разработать. Разработка такого обширного комплекса моделей влечет за собой особые требования к автоматизации моделирования.

2. Отсутствие или недостатки существующих информационных технологий, которые могли бы быть использованы для автоматизации решения ЗПЭ. Так, указанные выше особенности ЗПЭ не позволяют широко использовать хорошо зарекомендовавшие себя в других областях теорию расписаний, теорию марковских процессов, теорию сетей Петри и т.п. При планировании процессов функционирования описанных выше систем традиционно [4] используют управление проектами и программами (project / program management), управление потоками работ (workflow management), технологии Business Intelligence, Business Performance Management, Business Process Improvement. Следует отметить, что на современном этапе их развития указанные технологии относятся скорее к технологиям управления и технологиям представления данных, что не позволяет широко использовать полученные с их помощью результаты для разработки математических моделей и методов решения новых задач при функционировании систем, принадлежащих к указанному выше классу. Построение практически важных моделей функционирования таких систем, как правило, не автоматизировано. Имеющиеся технологии автоматизации построения необходимых моделей связаны, как правило, с построением имитационных моделей, которые не могут быть использованы для решения ЗПЭ. Лишь частично автоматизирован и процесс решения соответствующих задач. Как правило, не удается использовать показатели



качества систем и процессов их функционирования, учитывающие случайности разного рода. Во многом это связано с тем, что при использовании указанных выше технологий состав решаемых задач фиксирован, фиксирован состав используемых показателей и методов решения задач, причем такая фиксация выполнена сначала на концептуальном уровне (при постановке задач исследования), а затем в моделях, методах, и, наконец, на программном уровне. В результате, программное приложение сложно, если вообще возможно, изменять и настраивать для решения новых прикладных задач, возникающих на практике. Это особенно характерно для задач синтеза решений, в которых задачи решаются как математические, оптимизационные задачи. Для решения широкого класса этих новых прикладных задач необходимо разработать новый методологический аппарат, позволяющий в достаточных для практики пределах менять постановки задач, затем – модели и методы, и, наконец, менять программное обеспечение, причем делать это по возможности автоматизировано.

3. Наличие большого количества типов задач, решение которых требуется на практике, развитие задач по мере реализации деятельности, изменчивость условий, в которых реализуется решение задач. ЗПЭ включают задачи анализа результатов функционирования систем по показателям потенциала систем и эффективности их функционирования (далее – ЗАП) и задачи и синтеза характеристик систем и процессов их функционирования по тем же показателям (далее – ЗСП). Решение ЗАП требует количественного оценивания и прогнозирования результатов функционирования систем. Решение ЗСП основывается на решении ЗАП и, как правило, реализуется на основе решения оптимизационных задач синтеза характеристик этих систем и процессов их функционирования. В зависимости от содержания решаемой практической задачи исследования потенциала систем и эффективности их функционирования меняется состав оцениваемых эффектов, требований к ним, меняются используемые модели и оцениваемые показатели, методы и методики, а в конечном итоге и информационные технологии решения задач и в результате от одной задачи к другой меняется ЗАП и, в связи с этим, ЗСП. При развитии деятельности происходит изменение исследуемых систем и процессов, состава оцениваемых эффектов и требований к ним, особенностей эффекто-образования и в результате, также происходит изменение ЗАП, даже если она и решалась ранее. Эти особенности ведут к необходимости решений все новых и новых ЗАП и ЗСП, реализуемых, как правило, на основе концепций, моделей, методов, методик и информационных технологий,

частично или полностью разработанных при решении каких-либо из предшествующих ЗПЭ. Наличие большого количества типов задач, решение которых требуется на практике, развитие задач по мере развития деятельности, изменчивость условий, в которых реализуется решение задач ведет к необходимости решений все новых и новых ЗАП и ЗСП, реализуемых, как правило, на основе концепций, моделей, методов, методик и информационных технологий, частично или полностью разработанных при решении каких-либо из предшествующих задач.

Наличие нерешенных актуальных практических задач и источников проблемности при их решении *вызывает проблему решения ЗПЭ и автоматизации решения ЗПЭ* (далее – ЗПЭ).

Решение ЗПЭ – *актуальная научная проблема*. Ее решение *должно позволить* предложить методологию решения ЗПЭ, на основании которой может быть научно обоснованно решен спектр актуальных практических задач. Научно обоснованное решение этих задач должно позволить улучшить качество получаемых в результате рассматриваемых видов деятельности результатов, уменьшить затраты ресурсов, научно обоснованно решать новые задачи, относящиеся к новому классу ЗПЭ и не решавшиеся ранее.

Для решения ЗПЭ используется *основной принцип исследования – принцип погружения*. Рассмотрим его.

##### **5. Принцип погружения при автоматизированном решении задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования.**

Рассмотрение ЗПЭ привело к выводу о том, что в процессе их решения целесообразно выполнить:

1. Решение практических ЗПЭ за счет исследования комплексов процессов функционирования системы и отношений этих процессов функционирования к исследуемой системе – «погружение» исследования системы в исследование процессов ее функционирования;

2. Оценивание комплексного операционного свойства системы с использованием показателя потенциала системы за счет оценивания показателей эффективности процессов функционирования системы и отношений этих показателей с комплексным операционным свойством системы – «погружение» оценивания потенциала системы в оценивание эффективности процессов ее функционирования;

3. Получение концептуальной модели результата решения ЗПЭ путем определения частей процесса решения ЗПЭ как преобразований моделей (составляющих концептуальную модель задачи или получен-

ных из нее) в другие требуемые модели и отношений между такими преобразованиями моделей – «погружение» решения ЗПЭ в комплексы преобразований концептуальных и математических моделей;

4. Решение ЗПЭ с помощью уже имеющихся частей процессов решения других, смежных ЗПЭ и отношений частей этих процессов решения смежных задач с решаемой ЗПЭ – «погружение» частей решения ЗПЭ в имеющиеся части решений.

5. Автоматизацию не только применения методик решения ЗПЭ (для чего уже должны быть разработаны концептуальные модели, математические модели и методы решения, информационные технологии решения задач), но и автоматизацию процессов разработки самих методик за счет автоматизации процессов решения задачи и рассмотрения отношений между процессами решения задачи – «погружение» автоматизации реализации методики решения в автоматизацию процессов решения задачи.

6. Автоматизацию разработки моделей, методов, методик и информационных технологий по частям путем определения частей процессов разработки и отношений между этими частями – «погружение» автоматизации решения задач в автоматизацию частей задач.

7. Автоматизацию разработки моделей, методов, методик и информационных технологий с помощью уже автоматизированных частей процессов решения других, смежных задач и отношений с ними – «погружение» частей автоматизированного решения ЗПЭ в имеющиеся автоматизированные части решений смежных задач.

Общим для указанных способов автоматизированного получения решений ЗПЭ представляется общий принцип «погружения».

*Принцип «погружения»* состоит в том, что при решении ЗПЭ необходимо стремиться определить множество объектов, связанных с исследуемыми частями процессов решения ЗПЭ так, чтобы использование элементов полученного множества объектов и их отношений с исследуемой частью задачи позволяло бы выполнить решение ЗПЭ лучше, чем без исследования таких объектов и отношений с ними.

При этом говорят, что исследуемая часть процесса решения задачи «погружена» (т.е., поставлена в требуемые в соответствии с принципом погружения отношения) во множество объектов, связанных требуемыми отношениями с частью процесса решения задачи.

Разрабатываемые с использованием принципа погружения постановки ЗПЭ, модели, методы, методики и информационные технологии для решения этих задач и их отношения в своей совокупности составляют методологию автоматизированного решения задач исследования

потенциала систем и эффективности их функционирования на основе преобразований моделей.

Для того, чтобы создать такую методологию, необходимо решить ряд задач исследования, а именно – разработать использующие принцип погружения концепты и принципы решения рассматриваемых задач, модели и методы их решения, а затем, на их основе – программные средства решения задач.

**6. Требования к разрабатываемым моделям.** Рассмотрим основные требования к моделям и моделированию при решении ЗПЭ.

*Цель моделирования* при решении ЗПЭ – получение расчетных соотношений, необходимых для расчета целевой функции в задаче, получение множества выбора и последующее решение задачи на основе заданных величин, т.е. – получение модели решения задачи.

К заданным величинам относятся:

характеристики  $A \equiv \{A^a, A^b\}$  элементов системы и среды;

$A^a \equiv \{a_{upn}; u \in \overline{1, U}, p \in \overline{1, P}, n \in \overline{1, N}\}$ , где  $a_{upn}$  – значение  $upn$ -й характеристики элемента  $e_u$  исследуемой системы,  $U$  – число элементов  $e_u$  используемой системы,  $P$  – мощность множеств  $A_u$  возможных вариаций  $A_{up}$  характеристик элементов  $e_u$ ,  $N \equiv |A_{up}|$  – возможное число характеристик элемента  $e_u$ ;

$A^b \equiv \{a_{zgn}; z \in \overline{1, Z}, g \in \overline{1, G}, n \in \overline{1, N}\}$ , где  $a_{zgn}$  – значение  $zgn$ -й характеристики,  $Z$  – число элементов  $e_z$  среды, взаимодействующих с системой при ее функционировании,  $G$  – мощность множества  $A_z$  возможных вариаций  $A_{zg}$  характеристик элементов  $e_z$ ;  $N$  – возможное число характеристик элемента  $e_{uz}$ ;

характеристики отношений  $R(A, A^{\text{Re}}, t)$  между элементами  $A$  при функционировании системы в моменты времени  $t \equiv \{t_k, k \in \overline{1, K}\}$  из числа  $K$  учитываемых моментов  $t_k$ , при параметрах  $A^{\text{Re}}$  физических закономерностей  $Re$ , имеющих место при взаимодействии элементов из  $A$ ;

оптимизируемые переменные в задаче – множества  $x \subseteq R(A, A^{\text{Re}}, t) \cup A$ .

Оптимизируемые переменные детерминированные величины, остальные параметры могут носить случайный характер.

К расчетным соотношениям, которые необходимо получить в результате моделирования, относятся соотношения вида:

$\tilde{Y}_{jk}(x_j; A_j, R_j, Re_j)$  – для расчета прогнозируемых значений  $jk$  – х эффектов, получаемых при функционировании по плану  $x_j$  для достижения цели  $G_j$ ;

$\tilde{Y}_{jk}^{\delta}(A_j, R_j, Re_j)$  – для расчета директивных значений  $jk$  – х эффектов, требуемых при функционировании для достижения цели  $G_j$ ;

$W_j(x_j; A_j, R_j, Re_j)$  – для расчета значений показателей эффективности достижения цели  $G_j$  при функционировании исследуемой системы;

$\psi(A, R, Re_j)$  – для расчета функции потенциала исследуемой системы;

Множество выбора в решаемой задаче, имеющее вид  $X \equiv \{x_s, s = \overline{1, S}\}$ , где  $S$  – число допустимых множеств значений оптимизируемых переменных в задаче,  $x_s$  – допустимое множество значений оптимизируемых переменных. При этом часть элементов из множеств значений характеристик  $A, R, Re$  может характеризоваться случайностями разного вида.

Для получения требуемых результатов моделирования необходимо соблюдать следующие требования к моделированию:

1. При моделировании для решения ЗПЭ необходимо опираться на концептуальные модели  $M_{ко}$ . При этом, они должны быть приспособлены к своему изменению.

2. Необходимо разрабатывать такие модели деятельности, которые позволяют объединять в комплексы модели одного  $i$  – го вида и уже разработанные модели того же вида. Здесь под видом моделей понимается вид используемого для разработки модели формализма (концептуальные, алгебраические, функциональные модели в программных кодах и т.п.).

3. Концептуальные, а затем и другие модели должны позволять конструировать модели одного вида на основе моделей другого вида. Так, они должны позволять переходить от концептуальных моделей к

алгебраическим и функциональным моделям. Переход от одних моделей к другим будем записывать с использованием понятия преобразования  $\Omega$  как упорядоченную пару вида  $\Omega \equiv (M_1, M_2)$ . Тем самым, требуемые модели получаются в результате преобразования концептуальных моделей за счет последовательностей преобразований вида  $(M_1, M_2); (M_2, M_3) \dots$  между моделями, где в начале последовательностей находятся концептуальные модели  $M_{ко}$  различных объектов моделирования. Выстраивание таких цепочек преобразований и представляет собой процесс моделирования при решении ЗПЭ.

4. Функциональные модели  $M_{ф}$ , получаемые, в частности, в процессе моделирования, должны обеспечивать расчет эффектов  $\tilde{Y}_{jk}$  и требований  $\tilde{Y}_{jk}^{\partial}$  к ним на основе частных показателей и характеристик  $A, R, Re$ .

5. Модели должны позволять описывать деятельность унифицировано.

6. Модели должны позволять свою интеграцию в обобщенную модель, модель  $M_i^3$  задачи, где  $i$  – вид модели. Модели  $M_i^3$  задачи, в свою очередь, должны позволять достаточно просто переходить к использованию методов решения задачи.

В результате моделирования должно обеспечиваться преобразование дескриптивной модели задачи, допускающей формализованное решение  $M_{фр}^3$ , в модель  $M^{P3}$  процесса решения задачи, а затем, с использованием методов решения задачи, в модель  $M^{PP3}$  результата решения задачи. Полученные результаты позволяют описать процесс моделирования и решения задачи как цепочку преобразований моделей, часть из которых реализуется автоматически:

$$M_{исх}^3 \xrightarrow{\Omega_0} M_{ко}^3 \xrightarrow{\Omega_1} M_a^3 \xrightarrow{\Omega_2} \dots \xrightarrow{\Omega_k} M_{ДФР}^3 \xrightarrow{\Omega_{АР}} M^{P3} \xrightarrow{\Omega_{ПР}} M^{PP3};$$

где

$$M_{исх}^3 \equiv (A \circ R \circ Re);$$

$\Omega_0 \equiv \bigcirc_{l \in 1, L} \omega_{ol}$  – преобразование между исходными данными – мо-

делями  $M_{исх}^3$  и концептуальными моделями  $M_{ко}^3$ , определяемыми на

основе имеющихся данных и знаний экспертов о предметной области, определяется как совокупность частных преобразований  $\omega_{0l}$  между частями  $M_{исх}^3$  и  $M_{ко}^3$ ;

$$\Omega_1 \equiv \bigcirc_{h \in \{1, H\}} \omega_{1h} - \text{преобразование между моделями } M_{ко}^3 \text{ и } M_a^3$$

определяется как совокупность частных соответствий  $\omega_{1h}$  между частями  $M_{ко}^3$  и  $M_a^3$ ;

$$\Omega_2 \equiv \bigcirc_{j \in \{1, J\}} \omega_{2j} - \text{преобразование между моделями } M_a^3 \text{ и } M_{\phi}^3$$

определяется как совокупность частных соответствий  $\omega_{2j}$  между частями  $M_a^3$  и  $M_{\phi}^3$ ;

$\Omega_k$  – соответствие между моделями, позволяющее породить дескриптивную модель  $M_{ДФР}^3$  задачи, допускающую формализованное решение;  $M_{алг}^3$  – алгебраическая модель задачи, совокупность частных алгебраических моделей, входящих в алгебраическую модель задачи;  $M_{\phi}^3$  – функциональная модель задачи, совокупность частных функциональных моделей, входящих в функциональную модель задачи. Модели строятся на основе определения преобразований, при этом для получения того или иного преобразования между моделями субъекту, строящему модель, может оказаться необходимым использовать знания об объекте (его функционировании), с которыми связана решаемая задача. Описанные требования к моделированию и разрабатываемым моделям позволяют перейти к обоснованию требований к методам решения задач.

**7. Требования к разрабатываемым методам.** Основные требования к методам решения ЗПЭ:

1. Методы решения ЗПЭ должны быть применимы в широком диапазоне используемых моделей задач.

2. Методы должны обладать необходимой гибкостью, обеспечивая возможность доработки, настройки на особенности решаемой задачи.

3. Для применения методов должна быть предусмотрена возможность промежуточного отображения модели задачи в новый вид, допускающий использование этих методов.

4. При применении методов должно обеспечиваться представление применения метода как преобразования  $\Omega_{PP}$  между моделью  $M^{P3}$  процесса решения задачи и моделью  $M^{PP3}$  результата решения задач  $\Omega_{PP} \equiv (M^{P3}, M^{PP3})$ . Такое представление целесообразно для представления, в целях унификации, процесса решения задачи, как цепочек преобразований моделей.

В результате применения описанных методов решения задачи должна обеспечиваться возможность преобразования модели  $M^{P3}$  задачи в программу или информационно-аналитическую систему решения задачи – компиляции  $\Omega_{комп}$  моделей в программный комплекс  $M^{ПК}$  и синтез элементов информационного обеспечения решения задачи с использованием этого программного комплекса. Компиляция  $\Omega_{комп} \equiv (M^{P3}, M^{ПК})$  в программу (программный комплекс) решения задачи может быть представлена как частный случай преобразования модели задачи, используемый в методе концептуального программирования [28]. Полученная программа служит для получения моделей  $M^{PP3}$ , как правило, на основе диапазона возможных исходных моделей  $M_{Исх}^3$ . Рассмотрим вытекающие из описанных выше требований к ЗПЭ, моделям и методам их решения требования к информационным технологиям (ИТ) автоматизации решения ЗПЭ. Одновременно рассмотрим существующий опыт использования современных ИТ для решения такого рода задач.

**8. Требования к разрабатываемым информационным технологиям.** Такие требования можно условно разделить на 4 группы:

1. Возможности концептуального исследования ЗПЭ в виде совокупности вложенных частей, возможность автоматизации таких исследований. При этом, должна существовать возможность разработки вложенной (рекурсивной) структуры новых концептов на основе уже разработанных концептов, установления рекурсивной структуры отношений и последующего определения алгебраической модели на основе концептуальной. Например, исследование потенциала систем невозможно без построения комплекса концептуальных моделей эффективности, а построения моделей эффективности невозможно без построения моделей эффектов функционирования систем и целей, достигаемых системами в различных условиях. Опыт автоматизации



концептуального исследования [5, 7, 8] свидетельствует, что для него целесообразно использовать современные унифицированные языки моделирования, технологии семантического веб, модельно-ориентированные технологии. Однако, эти языки и технологии не обеспечивают необходимые средства для определения одних моделей на основе других, связывания моделей в комплекс, ассоциации моделей друг с другом, их последующего совместного использования (далее – рекурсивное определение моделей).

2. Возможности (рекурсивно) определять функциональные модели на основе алгебраических моделей, в том числе, на основе моделей физических закономерностей, числовых пометок построенных концептуальных и алгебраических моделей. Так, индексные множества функциональных моделей могут определяться частями алгебраических моделей, а числовые характеристики могут представлять собой пометки алгебраических и концептуальных моделей части моделей физических закономерностей. Опыт автоматизации определения функциональных моделей такого вида свидетельствует, что ближайшая аналогия таких моделей – электронные таблицы. В них индексные множества связаны с адресами столбцов и строк, образующих алгебраическую модель в виде связанных таблиц, а в адресуемых с использованием алгебраической модели ячейках могут осуществляться вычисления функциональных зависимостей. Однако, индексные множества в соотношениях ограничены лишь одним, фиксированным видом модели в виде таблиц. К другим моделям такого же вида относится ПО бизнес аналитики (BI/BPM), СУБД. К сожалению, в них тоже отсутствуют научно обоснованные механизмы рекуррентного определения моделей.

3. При решении ЗПЭ важно иметь возможность определять алгоритмы произвольного вида с использованием разработанных, возможно, рекуррентно определенных, концептуальных, алгебраических и функциональных моделей, желательно с использованием интерактивных методов взаимодействия с пользователем. Опыт автоматизации определения алгоритмов свидетельствует, что технологии такого задания алгоритмов могут быть созданы на основе визуальных языков программирования, доменно-ориентированных языков, в том числе языков описания оптимизационных задач. К сожалению, эти технологии не позволяют порождать модели оптимизационной задачи, не позволяют описывать алгоритмы визуально.

4. При решении ЗПЭ важно иметь возможность оперировать случайными числами и переходить от соотношений, записанных с использованием операций алгебры действительных чисел, к соотношениям,

записанным с использованием операций со случайными величинами нечеткого и вероятностного вида. Для этого целесообразно разработать библиотеки, реализующие операции со случайными числами и разработать операции алгебры нечетких чисел. Существует значительное число библиотек, обеспечивающих выполнение операций со случайными величинами разной природы. Однако, алгебра случайных величин еще не создана, и поэтому переход от записи алгебраических выражений в алгебре действительных чисел к тем же выражениям со случайными числами пока неосуществим.

5. При решении ЗПЭ важно иметь возможность интерактивного исследования задачи в процессе ее решения и по окончании решения. Для этого целесообразно иметь возможность отображать различные элементы задачи графически. Такое отображение целесообразно делать с опорой на тот или иной графический язык моделирования, поддерживающий описание оптимизационных задач. Существует значительное число графических языков моделирования (UML, EPC, OWL), но они не предназначены для описания исследуемых задач, относящихся к типу аналитических, расчетных, оптимизационных задач.

В результате разработки и применения ИТ решения ЗПЭ должно обеспечиваться решение поставленной задачи, возникающих новых ее модификаций, смежных задач, накопление разработанных моделей для их последующего использования при решении других ЗПЭ.

**9. Заключение.** В результате проведенных исследований обоснованы требования к моделям, методам и информационным технологиям, составляющим в своей совокупности методологию автоматизированного решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования на основе преобразований моделей. Обоснование базируется на последовательном применении основного принципа исследования в ЗПЭ – принципа *погружения* при решении ЗПЭ. Принцип в различных формах применяется при исследовании комплексного операционного свойства систем, при обосновании показателей его оценивания, при решении ЗПЭ и их автоматизации.

Полученные результаты позволяют перейти к разработке необходимых моделей и методов решения ЗПЭ [11,12] в соответствии с предложенным принципом исследования, а затем и необходимых ИТ решения ЗПЭ.

## Литература

1. Аверкиев Н. Ф., Васьков С. А., Салов В. В. Баллистическое построение систем космических аппаратов связи и пассивной радиолокации лунной поверхности // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2008. Т.51. № 12. С.66-73.

2. Багаутдинов З. З., Гейда А. С., Лысенко И. В. Моделирование и оценивание эффективности комплекса мероприятий на основе алгебры нечетких чисел // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2008. Т. 51. № 1. С. 21–24.
3. Вероятностные методы в прикладной кибернетике: Учеб. пособие. / А.Я. Иоффе, В.И. Марков, Г.Б. Петухов и др. Под ред. Р.М. Юсупова. Л. 1976. 424с.
4. Гейда А. С. Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Труды СПИИРАН. СПб. №11(2009). С. 63–80.
5. Гейда А. С., Лысенко И. В., Силла Е. П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы. СПб. 2011. № 4. С. 77–83.
6. Гейда А. С., Лысенко И. В. Задачи исследования потенциала социально-экономических систем // Труды СПИИРАН. СПб. 2009. № 10. С. 63–84.
7. Гейда А. С., Лысенко И. В., Седлов Е. В. Планирование инновационной деятельности с учетом приоритетности изделий // Системы управления и информационные технологии. Воронеж. 2011. № 3.2(45). С. 220–224.
8. Гейда А. С., Лысенко И. В., Седлов Е. В. Методика планирования инновационной деятельности с учетом приоритетности создаваемых изделий // Информационные технологии моделирования и управления. Воронеж. 2011. № 7(72), Издательство «Научная книга», С. 747–754.
9. Гейда А. С., Лысенко И. В. Алгоритм оценивания качества обслуживания технической системы // Известия ВУЗов. Серия приборостроение. СПб. 1992. №3–4, С. 3–8.
10. Гейда А. С., Лысенко И. В. Модели, методы и информационные технологии оценивания эффективности проектов // Информационные технологии и вычислительные системы. М. 2008. №3. С. 27–38.
11. Гейда А. С., Лысенко И. В. Использование расширенных графов для автоматизации решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования // Современные проблемы прикладной информатики. Сб. науч. Трудов научно-практической конференции по современным проблемам прикладной информатики. 23–25 мая 2012 г. СПб. 2012. с. 9–12.
12. Гейда А. С., Силла Е. П. Проблема автоматизации решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования // Современные проблемы прикладной информатики. Сб. науч. Трудов научно-практической конференции по современным проблемам прикладной информатики. 23–25 мая 2012 г. СПб. 2012. с. 68–72.
13. Гранкин Б. К., Козлов В. В., Лысенко И. В. Принципы декомпозиции сложных объектов в проектных исследованиях // Мехатроника, автоматизация, управление. 2008. №6. С. 1–6.
14. Гранкин Б. К., Козлов В. В., Лысенко И. В. Принципы моделирования, декомпозиции, агрегирования и координации в системных исследованиях технологических комплексов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2010. №161. с. 124–130.
15. Ерохина Е.А. Теория экономического развития: системно-синергетический подход. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1999. 160 С.
16. Котарбинский Т. Трактат о хорошей работе. -М., 1975. 249 С.
17. Лафта Дж.К. Теория организации. М.: ТК Велби, Проспект, 2006. 416 С.
18. Лысенко И. В. Анализ и синтез сложных технических систем. Часть 1. Анализ и синтез систем обеспечения готовности ракет-носителей и космических аппаратов к запуску (основы теории). М. 1995. Воениздат. 368 С.
19. Лысенко И. В. Оценивание эффективности функционирования человеко-машинных систем: вероятностный подход // Тр. СПИИРАН, 1:1 (2002), С. 49–64.
20. Лысенко И. В. Оценивание качества технологических процессов: использование аппроксимирующих вероятностных моделей // Труды СПИИРАН. СПб. 2006. №3. с. 207–216.
21. Лысенко И. В., Плушкин А. И., Соколов Б. В. Синтез комплекта зип сложных технических объектов с позиций головного разработчика // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2010. Т. 104. № 3. с. 149–153.

22. Малиновский А.А.. Тектология. Теория систем. Теоретическая биология. М.: «Едиториал УРСС», 2000. 441 С.
23. Мизес Л. Человеческая деятельность: Трактат по экономической теории / 2-е испр. изд. Челябинск: Социум, 2005. 878 С.
24. Пископель А. А., Шедровицкий Л. П. От системы "человек-машина" к "социотехнической" системе. Вопросы психологии. 1982. № 3, с. 26–35.
25. Рябушкина В.С. Социотехнические системы: вопросы теории и практики, зарубежный опыт: Материалы лекций спецкурса. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. 41 С.
26. Система «человек — машина». Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 21033—75. М. 2006. 7 С.
27. Dragan Gaevic, Dragan Djuric, Vladan Devedic, Bran V. Selic, Jean Béziniv. Model Driven Engineering and Ontology Development. Springer, 2010. 399 P.
28. Steven P. Reiss. Conceptual programming. // Proceedings of the 5th international software process workshop on Experience with software process models (ISPW '90). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, p.p.121-123.

**Гейда Александр Сергеевич** — к.т.н., доцент; старший научный сотрудник лаборатории информационно-аналитических технологий в экономике СПИИРАН. Область научных интересов: анализ и синтез организационно-технических, социально-экономических систем, оценивание потенциала и эффективности их функционирования. Число научных публикаций — 81. geida@iias.spb.su, СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; p.т. +7(812)328-3257, факс +7(812)328-4450.

**Geida Alexander Sergeevich** — PhD in Techniques, reader; senior researcher, Laboratory for Information-Analytic Technologies for Economics, SPIIRAS. Research interests: analysis and synthesis of techno-organizational, socio-economical systems, their functioning efficiency estimation, estimation of techno-organizational, socio-economical systems capabilities under risk conditions. The number of publications — 81. geida@iias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-3257, fax +7(812)328-4450.

**Лысенко Игорь Васильевич** — д.т.н., профессор; заведующий лаборатории информационно-аналитических технологий в экономике СПИИРАН. Область научных интересов: моделирование, информационно-аналитические технологии, экономический анализ функционирования организационно-технических систем, программно-целевое планирование и управление, разработка теории нечетких чисел и функций с приложениями. Число научных публикаций — 223. ily@iias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; p.т. +7(812)328-3257, факс +7(812)328-4450.

**Lysenko Igor Vasilievich** — D.Sc. in Techniques, professor; Laboratory for Information-Analytic Technologies for Economics chief, SPIIRAS. Research interests: modeling, information-analytic technologies, economical analysis of techno-organizational systems functioning, fuzzy numbers theory and applications. The number of publications — 223. ily@iias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-3257, fax +7(812)328-4450.

Рекомендовано лабораторией информационно-аналитических технологий в экономике СПИИРАН, Заведующий лабораторией — д.т.н., проф. Игорь Васильевич Лысенко.

Статья поступила в редакцию 12.09.2011 г.

## РЕФЕРАТ

### *Гейда А.С., Лысенко И.В.* Автоматизация решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования.

В статье рассматривается проблема решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования. Определено свойство потенциала систем как свойство системы, характеризующее ее приспособленность к достижению целей при функционировании. Такое, новое понятие потенциала системы, родственное существующим понятиям социально-экономический потенциал, производственный потенциал, военный потенциал и зарубежному понятию о «capabilities», отличается тем, что оно позволяет связать потенциал системы с эффективностью процессов ее функционирования и с операционным качеством системы. Свойство потенциала систем представляется при этом как свойство, «погруженное» в свойство эффективности функционирования системы. Эффективность функционирования системы – комплексное операционное свойство процесса функционирования системы, характеризующее ее приспособленность для достижения заданной цели. На основе скрытых отношений введенных понятий потенциала системы и эффективности ее функционирования введены показатели потенциала систем. Задачи исследования потенциала систем и эффективности их функционирования относятся к классу новых задач, решение которых должно улучшить функционирование ряда систем, в состав которых входят взаимодействующие коллективы людей и комплексы технических устройств. Приведены примеры практически важных задач исследования потенциала систем и эффективности процессов их функционирования. Так, к таким задачам относятся задачи модернизации и внедрения инноваций, задачи планирования государственных целевых программ, задачи совершенствования оборонно-промышленного комплекса и другие важные задачи. Их решение связано с необходимостью аналитического, с опорой на математические модели, исследования комплексного операционного (т.е., относящегося к процессам функционирования для достижения тех или иных целей) свойства системы – ее потенциала. На основе описания источников проблемности при решении указанных задач вскрыта проблема решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования.

Введен основной принцип исследования – принцип «погружения». Он состоит в том, что при решении задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования необходимо стремиться определить множество объектов, связанных с исследуемыми частями процессов решения задач так, чтобы использование элементов полученного множества объектов и их отношений с исследуемой частью задачи позволяло бы выполнить решение задач лучше, чем без исследования таких объектов и отношений.

На основе использования принципа «погружения» обоснованы требования к моделированию в задачах исследования потенциала систем и эффективности их функционирования, к методам и к информационным технологиям решения этих задач.

## SUMMARY

### ***Geida A.S., Lysenko I.V. Automation of systems capabilities investigation and systems functioning effectiveness investigation problems solving.***

Problem of the solution of system capability research challenges and efficiency of their functioning is considered. Property of systems capability, as system property, which characterizes its fitness to achievement of the purposes at functioning is defined. Such, new concept of system capability, related to existing concepts of socio-economical potential, production potential, military capability allows to connect system capability with efficiency of processes of its functioning and with operational quality of the system. Property of system capability is represented as the property "immersed" into property of efficiency of system functioning. Efficiency is defined as a complex operational property of the system functioning, which characterizes its fitness for achievement of the purpose given. On the basis of suggested interrelations between concepts of system capabilities and efficiency of its functioning indicators for system capabilities are introduced. Challenges of systems capability research and challenges of efficiency of their functioning research belong to the class of the new challenges. Their decision should improve functioning of a number of systems which includes cooperating groups of people and complexes of technical devices. Examples of important practical research challenges of this type are given. Among them: problems of modernization and innovations realization, problems of state public programs planning, problems of military industrial complex improvement. Their decision is connected with demand for analytical, on the base of mathematical models, research of complex operational property of the system – this system capability. On the basis of the description of problem sources at the solution stage of the specified challenges the problem of the solution of systems capability research challenges and efficiency of their functioning is stated. The basic principle of this problem research – an "immersion" principle is introduced. This principle predisposes that at the solution of research challenges of systems capability research challenges and efficiency of their functioning it is necessary to define a set of the objects connected with part of the process of the solution considered, so that the usage of this set of objects elements and their relations with a part of process of the solution considered would allow to execute the solution of challenges better, than without research of such objects and their relations. On the basis of "immersion" principle requirements to modeling in systems capability research challenges and efficiency of their functioning, requirements to challenges solutions methods and to information technologies used for such challenges solutions are justified.