

ЭКСПЕРТИЗА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ НИР, ОКР/ОТР

Н.А. Миронов, дир. центра ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, *namir@extech.ru*

В статье анализируется технология информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР. Рассмотрены вопросы описания с позиций информационного подхода. Информационный подход вносит в анализ и оптимизацию технологий и систем управления количественную меру неопределенности и информации, благодаря чему оказывается возможным использовать количественно-качественный аппарат теории информации.

Ключевые слова: технология информационно-аналитической поддержки принятия решений, информационный подход, неопределенность, информация.

INFORMATION TECHNOLOGY APPROACH TO THE DESCRIPTION OF INFORMATION AND ANALYTICAL DECISION MAKING SUPPORT IN THE SPHERE OF R&D MANAGEMENT

N.A. Mironov, Director of Centre, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, *namir@extech.ru*

The article analyzes the technology of information and analytical decision making support in the sphere of R&D management. These issues are described herein using an informational approach. Information approach introduces the quantitative measure of uncertainty and information to the analysis and optimization technologies and management systems, so that it is possible to use quantitative and qualitative information apparatus of the theory.

Key words: technology of information and analytical decision making support, informational approach, uncertainty, information.

Анализ сферы управления научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и технологическими работами (НИР, ОКР/ОТР), проводимыми по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса Российской Федерации (НТК), и прототипа информационной системы подготовки аналитических документов (ИСПАД) в составе Федерального реестра экспертов Минобрнауки России позволяет сделать вывод о том, что функционирование подсистем прототипа направлено на решение следующих основных задач:

- формирование данных о состоянии, направлениях и динамике развития сферы исследований и разработок, их оценивание (интерполяция, фильтрация, экстраполяция) и представление экспертам-аналитикам;
- выработка экспертами-аналитиками гипотез в форме аналитических документов с предложениями по тематике исследований по приоритетным направлениям развития НТК;
- проверка представленных экспертами-аналитиками гипотез и формирование предложений Заказчику.

Совокупность названных задач определяет содержание понятия «переработка и передача информации в АСУ». При этом целью процесса переработки информации в системе информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР является формирование Заказчиком технического задания и объемов финансирования на проведение исследований и разработок. Декомпозиция названной цели позволяет сформировать требования к переработке информации:

- минимизация затрат на получение и переработку информации;
- минимизация времени на получение данных и формирование информационных массивов для экспертов-аналитиков;
- максимизация достоверности представляемых Заказчику аналитических документов.

На этапе постановки задачи эксперту-аналитику на проведение исследований по тематическому направлению маловероятно ожидать оперативного формирования достоверного аналитического отчета, удовлетворяющего требованиям Заказчика. Поэтому на начальных стадиях процесса информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР основное внимание уделяется информационной поддержке эксперта-аналитика, а на заключительных стадиях – адекватности оценки экспертом-аналитиком реального состояния сферы исследований и разработок в рамках тематического направления. При этом в рамках ИСПАД формирование предложений по тематике исследований осуществляется поступательно в направлении все более полной и адекватной оценки приоритетного направления развития НТК, возможности и целесообразности проведения исследований.

Анализ процесса информационно-аналитической поддержки принятия решений (ИАППР) в сфере управления НИР, ОКР/ОТР показывает, что общий характер изменения достоверности разрабатываемых аналитических документов может быть описан логистическими кривыми вида (рис. 1).

$$D(t_i) = \frac{b}{1 + \frac{b-a}{a} e^{-c t_i}} \quad (1)$$

где a – начальный уровень достоверности аналитического документа; b – конечный уровень достоверности аналитического документа; c – интенсивность совершенствования аналитического документа, определяемая уровнем подготовки эксперта-аналитика и техническими возможностями ИСПАД.

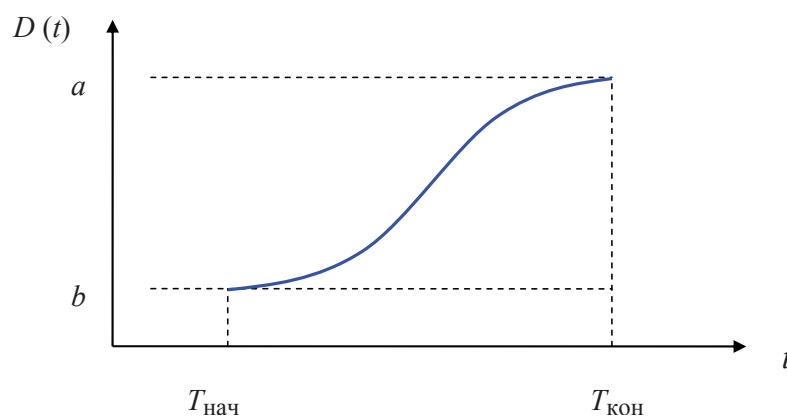


Рис. 1. Характер изменения достоверности разрабатываемых аналитических документов

При этом информационная неопределенность (H) принятия решения по предлагаемой тематике исследований и разработок связана с достоверностью представленных экспертом-аналитиком аналитических документов $D(t_i)$ в момент времени t в интервале $T_{\text{нач}} < t < T_{\text{кон}}$ и может быть определена как

$$H(t) = h[(b - D(t))] = h \frac{ab e^{-c(t - T_{\text{нач}})}}{1 + \frac{b-a}{a} e^{-c(t - T_{\text{нач}})}}, \quad (2)$$

где h – коэффициент пропорциональности, определяемый уровнем подготовки экспертов-аналитиков и техническими возможностями ИСПАД.

Характер зависимости информационной неопределенности $H(t)$ и удельных затрат на подготовку аналитического документа $\Psi_y(t)$ имеет вид, приведенный на рис. 2 [1].

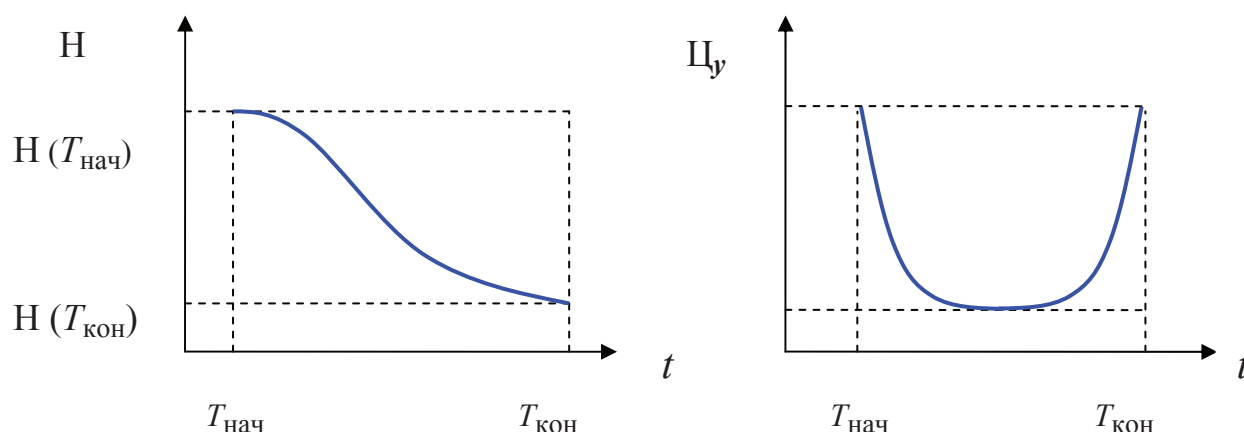


Рис. 2. Характер изменения информационной неопределенности (H) в ходе подготовки аналитического документа и удельных затрат (Ψ_y) на формирование информационных массивов

Количество информации о тематическом направлении исследований, получаемое в ходе формирования экспертом аналитического документа может быть представлена как разность вида [1]:

$$I = H(T_{\text{нач}}) - H(T_{\text{кон}}). \quad (3)$$

Для системного анализа, оценки и оптимизации пространственно-временных свойств технологии ИАППр в сфере управления НИР, ОКР/ОТР, проводимых по приоритетным направлениям развития НТК, необходимо выбрать единую систему мер, позволяющую описать входящие в нее объекты или множества моделей, отражающих совокупность их свойств, независимо от выбранной системы отсчета.

В соответствии с принципом отражения для исследования сущности информационных систем последние должны быть наблюдаемы посредством информации, отражающей различные стороны их функционирования и получаемой от внутренних элементов и внешних объектов [1].

Информационный подход вносит в анализ и оптимизацию технологии ИАППр в сфере управления НИР, ОКР/ОТР количественную меру неопределенности и информации. Благо-

даря этому оказывается возможным в различных предметных областях и применительно к исследованию объектов различной природы использовать одинаковый количественно-качественный аппарат теории информации [1].

В процессе формирования тематики НИР, ОКР/ОТР, проводимых по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса Российской Федерации, Заказчик (действующий через эксперта-администратора) и Разработчик тематики (эксперт-аналитик) образуют кибернетическую систему. В рамках кибернетической системы Заказчик является органом управления, задающим цель создания и контролирующим через подчиненные организации процесс создания инновационной продукции, а Разработчик является объектом управления, производящим продукцию с заданными свойствами (аналитические документы).

Взаимодействие Заказчика и эксперта-аналитика на этапе формирования тематики НИР, ОКР/ОТР осуществляется через специализированную организацию, обеспечивающую организационную и информационную поддержку подготовки аналитических документов (рис. 3).

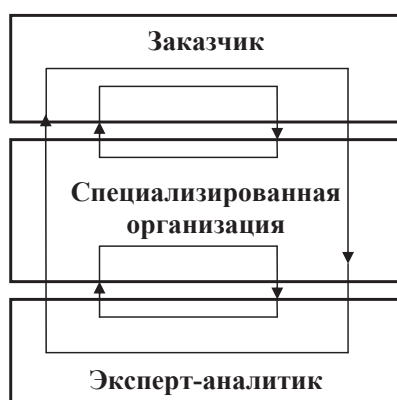


Рис. 3. Схема взаимодействия Заказчика и эксперта-аналитика в процессе разработки тематики НИР, ОКР/ОТР

Информационное описание системы управления НИР, ОКР/ОТР позволяет установить основные закономерности, определяющие ее функционирование как единого целого [1].

Применительно к 3-х уровневой организации информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР организационно-иерархическая структура представлена на рис. 4.

На нижнем уровне системы управления НИР, ОКР/ОТР находится экспертное сообщество, на верхних уровнях – контуры организационного управления, связанные между собой потоками различной информации.

Информация, циркулирующая в системе управления НИР, ОКР/ОТР (рис. 4) проявляется в процессе подготовки пилотных аналитических отчетов и других документов в видах:

- осведомляющей информации, поступающей от экспертов-аналитиков в виде аналитических документов и от экспертов-администраторов в виде информационных массивов БД ИСПАД, формируемых на основе анализа информационных источников ($I^И$);
- управляющей информации, поступающей от органов управления к экспертам ($I^У$).

Формальное описание технологии информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР проведем с позиций информационно-кибернетического системного подхода [30], особенно важное значение в котором имеют уравнения информационного баланса и необходимые условия наблюдаемости и управляемости.

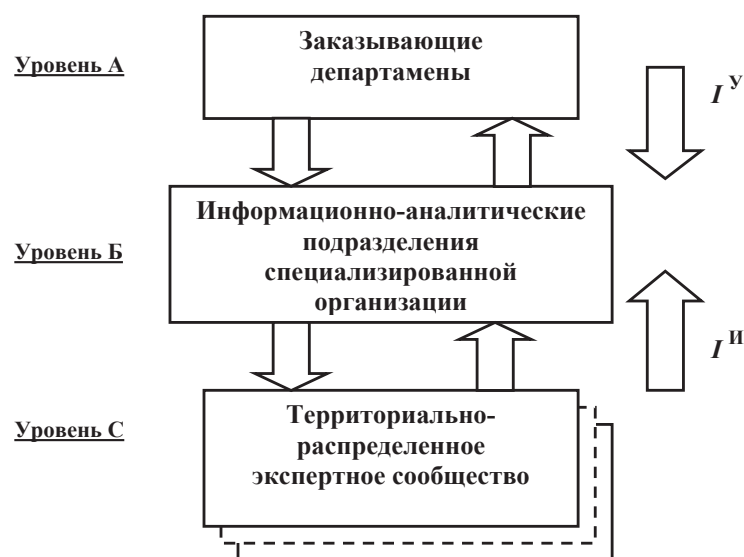


Рис. 4. Организационно-иерархическая структура управления сферой НИР, ОКР/ОТР

С использованием свойств иерархической аддитивности информационной энтропии в многоуровневой системе [1, 2] информационную неопределенность (энтропию – H) системы ИАППР в сфере управления НИР, ОКР/ОТР можно описать выражением вида:

$$H^{ABC} = H^A + H^{B/A} + H^{C/AB} = H^C + H^{B/C} + H^{A/BC}, \quad (4)$$

где H^A , H^C – информационная неопределенность на уровнях А и С (заказывающие управления и эксперты-аналитики);

$H^{B/A}$ – информационная неопределенность на уровне Б, после того как состояние на уровне А полностью определилось;

$H^{C/AB}$ – информационная неопределенность на уровне С, после того как состояние на уровнях А и Б полностью определилось;

$H^{B/C}$ – информационная неопределенность на уровне Б, после того как состояние на уровне С полностью определилось;

$H^{A/BC}$ – информационная неопределенность на уровне А, после того как состояние на уровнях Б и С полностью определилось.

Выражение для информационных потоков, циркулирующих в процессе информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР, может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} I_A^и &= H^A - H^{A/BC}, & I_C^y &= H^C - H^{C/AB}, \\ I_B^и &= H^B - H^{B/C}, & I_B^y &= H^B - H^{B/A}. \end{aligned} \quad (5)$$

После несложных преобразований выражение (4) принимает вид:

$$I_A^и + I_B^и = I_C^y + I_B^y. \quad (6)$$

Информационное равенство (6) получило название уравнения информационного баланса [1] и справедливо для процессов информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР.

В случае невыполнения условия (6) в системе ИАППР в сфере управления НИР, ОКР/ОТР могут складываться следующие ситуации:

– неполнота осведомляющей информации для органов управления о состоянии сферы исследований и разработок по приоритетному направлению развития научно-технологического комплекса ($I_{AB}^И < I_{BC}^У$);

– избыток осведомляющей информации для информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР ($I_{AB}^И > I_{BC}^У$).

В первом случае не удается достичь требуемого уровня качества предложений по тематике проведения НИР, ОКР/ОТР и обоснованности (объективности) принятия решения о возможности их финансирования из государственного бюджета. Дефицит осведомляющей информации в системе информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР должен устраняться за счет увеличения количества и повышения качества информационных источников, использования накопленного опыта на предыдущих этапах формирования тематики НИР, ОКР/ОТР, увеличения количества и повышения качества привлекаемых экспертов-аналитиков.

Во втором случае избыток осведомляющей информации ведет к перегрузке аппаратно-программных комплексов информационной системы подготовки аналитических документов, затрат на поиск и обработку информации, дополнительной загрузке привлекаемых для формирования информационных массивов экспертов.

В процессе информационно-аналитической поддержки принятия решений требование информационного баланса для различных условий, складывающихся в сфере управления НИР, ОКР/ОТР, выполнить достаточно сложно. Проще выполнить условие наблюдаемости в кибернетической системе [1]:

$$I_C^У + I_B^У \leq I_A^И + I_B^И . \quad (7)$$

Сила неравенства (7) определяется алгоритмом функционирования системы информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР. Для меняющейся внешней среды в сфере исследований и разработок и структуры управления НИР, ОКР/ОТР невозможно обеспечить условие наблюдаемости, исходя из постоянных неизменных алгоритмов управления, реализуемых в ИСПАД. Эту задачу способны решить адаптивные системы управления. Кроме того, управление НИР, ОКР/ОТР, вследствие его сложности, пространственной и временной распределенности протекает, как правило, в условиях неполной информации о предметной области сферы исследований и разработок. Одним из путей устранения (или уменьшения) дефицита данных из доступных информационных источников является использование экспертной информации, что связано с формированием и поддержанием в актуальном состоянии экспертного сообщества в научно-технологической сфере.

Таким образом:

– формальное описание технологии информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР с применением информационно-кибернетического системного подхода может быть положено в основу дальнейших исследований особенностей информационного обеспечения процесса подготовки аналитических документов для формирования тематики приоритетных научных исследований;

– в качестве основных методологических принципов организации информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР целе-

сообразно принять принципы информационно-кибернетического системного подхода и условий соблюдения информационного баланса и наблюдаемости в кибернетической системе;

– условие соблюдения информационного баланса определяет требования к количественным и качественным характеристикам взаимодействия в процессе информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР, степень невыполнения которых определяет величину риска Заказчика.

Список литературы

1. Глазов Б.И. Методологические основы информационно-кибернетической системотехники. М.: РВСН, 1992 г., 170 с.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Издание третье, исправленное. М.: Наука, 1964 г., 576 с.

References

1. Glazov B. (1992) *Metodologicheskie osnovy informatsionno-kiberneticheskoy sistemotekhniki* [Methodological foundations of information and cyber systems engineering]. *RVSN* [RVSN], Moscow, p. 170.

2. Wentzel E. (1964) *Teoriya veroyatnostey. Izdanie tret'e, ispravlennoe* [Probability Theory. Third edition, revised]. *Nauka* [Nauka Publishers], Moscow, p. 576.