



РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ БЮДЖЕТНЫМ ФИНАНСИРОВАНИЕМ ОТРАСЛЕВОЙ НАУКИ

А.М. Бессарабов, А.Э. Софиев, А.В. Квасюк, М.Ю. Гафитулин

Разработана математическая модель для системного анализа и оптимального управления инновационным бюджетным финансированием отраслевых научных организаций (на примере химической промышленности). Предложена методология детерминированной оценки инновационных проектов, предусматривающая рейтинговую оценку инновационного потенциала научной организации-разработчика, комплексную оценку творческого коллектива разработчиков проекта и оценку экономической эффективности конкурсных инновационных проектов.

Ключевые слова: управление инновациями, системный анализ, отраслевая наука, химическая промышленность.

ВВЕДЕНИЕ

В научном комплексе России за последние 18 лет наиболее сильные потери понес его отраслевой сектор. Однако, несмотря на минимальную государственную поддержку, сегодня в нем сосредоточено в 1,5 раза больше кадровых и материальных ресурсов, чем в академическом и вузовском секторах науки вместе взятых. А объемы научно-исследовательских работ и разработок в 2 раза выше [1]. Наряду с прикладными работами в отраслевой науке ведутся очень перспективные фундаментальные исследования. Кроме того, интеграция отраслевых НИИ и вузов в целях подготовки и переподготовки кадров — важный элемент обеспечения высокого уровня квалификации специалистов в научно-технической сфере.

Для сохранения и развития этой важнейшей составляющей научного потенциала России необходима целенаправленная поддержка государственными органами управления (Минпромторгом и Минобрнауки России). Она осуществляется через механизм инновационных конкурсов на базе государственного заказа — одного из главных инструментов инновационной политики. В условиях сокращения возможностей непосредственной государственной поддержки инновационных процессов, а также экономической самостоятельности субъектов хозяйствования, особую актуальность приобретает разработка методов отбора инноваци-

онных проектов с учетом имеющихся финансовых ограничений и выработка адекватных форм их государственной поддержки отраслевыми органами управления в конкретных производственно-финансовых условиях.

Задача управления оптимальным бюджетным финансированием инновационных разработок решалась с помощью методов системного анализа и теории принятия решений. На первом этапе необходимо было создать научную методологию анализа инновационных конкурсных проектов, что связано с решением задач многоуровневой систематизации и принятия решений в многокритериальной области.

1. РАЗРАБОТКА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ, ФИНАНСИРУЕМЫХ ИЗ СРЕДСТВ ГОСБЮДЖЕТА

Для анализа различных процедур принятия решений как наиболее перспективный для оценки эффективности финансирования конкурсных программ был выбран метод анализа иерархий [2]. Он представляет собой замкнутую логическую конструкцию, обеспечивающую с помощью простых правил анализ сложных проблем во всем их разнообразии и приводящую к наилучшему ответу. Его применение позволяет включить в иерархию все знания по рассматриваемой проблеме, имеющиеся у исследователя.

В разработанной нами первоначально иерархической структуре [3] глобальной целью (фокусом) являлось оптимальное финансирование перспективных инновационных проектов — из всего объема предлагаемых проектов надо выбрать такую оптимальную совокупность новых разработок, которая способствует максимальному развитию отрасли. На глобальную цель влияют следующие силы (факторы): экономические, аппаратурно-технологические, социальные и правовые. Эти факторы не являются собственно критериями, по которым проводится анализ конкретных проектов. Однако они полностью отражают всю совокупность характеристик, используемых при анализе.

Для оценки конкурсных проектов нами первоначально выбирались критерии более тесно связанные с предметной областью. В первом варианте трехуровневой иерархической системы прежде всего рассматривались экономические характеристики проекта, уровень технологии и аппаратурного оформления, качество продукции и уровень сырьевой базы. Эта методология и разработанная на базе СУБД «FoxPro» информационная технология внедрены в 1995—1996 гг. в Главном научно-техническом управлении Роскомхимнефтепрома РФ [3].

Однако в последующем в системе по сравнению с предыдущими вариантами существенно снизилась детализация технико-экономических характеристик проекта, но значительно повысилась важность оценки уровня его разработчиков. Это связано с более значимой достоверностью оценки акторов (действующих лиц) проекта, чем представленного ими описания инновации.

При внедрении системы в 1999 г. в Минэкономики России окончательный вариант иерархической структуры включал в себя три основных критерия оценки первого уровня: «уровень организации-разработчика», «уровень руководителя проекта» и «уровень инновационного проекта». Уровень организации анализировался на основе динамических характеристик (1990—1999 гг.) по интеллектуальному (кадровому и научному) и экономическому потенциалу. Причем критерии второго уровня могли быть как абсолютными величинами (динамика объема выполненных работ), так и расчетными характеристиками. При оценке уровня руководителя проекта, например, такой критерий второго уровня, как «внедренные проекты», имел гораздо больший весовой коэффициент, чем «уровень квалификации» (ученая степень, звание). Для третьего основного критерия «уровень технологии» анализировались технико-экономические характеристики инновационного проекта.

Окончательные оценки проектов (рейтинги) получались перемножением приоритетов нижнего уровня на весовой коэффициент критерия более

высокого уровня. Так постепенно рассчитывались оценки всех альтернатив нижнего уровня (конкретные конкурсные проекты) относительно глобальной цели (выбор оптимальной совокупности новых разработок). На первом этапе работы с системой эксперт определял для себя уровни иерархий оценки для рассматриваемой инновационной программы. Их формулировки и весовые коэффициенты заносились в базу данных. Далее для указанного множества уровней производилась оценка перспективных проектов, а затем они ранжировались по убыванию их оцененного рейтинга. Впервые система была апробирована в 1999 г. на конкурсных проектах-заявках по Федеральной целевой программе «Развитие промышленной биотехнологии» [4].

Однако определенный субъективизм при экспертной балльной оценке такого важного критерия, как «уровень организации-разработчика», требовал проведения дальнейших работ по созданию детерминированной системы оценки инновационного потенциала отраслевых научных организаций. В дальнейших наших работах проанализированы зарубежные и отечественные показатели и методики оценки уровня науки и впервые проведены комплексные исследования по разработке методологии интегрированного рейтингового анализа основной организационно-структурной единицы отраслевой химической науки — отраслевого НИИ.

2. ИНТЕГРИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ-РАЗРАБОТЧИКА КОНКУРСНОГО ПРОЕКТА

Для разработки методологии интегрированной оценки инновационного потенциала отраслевых НИИ проанализированы отечественные и зарубежные подходы, связанные в основном с оценкой финансового состояния организаций. Показано, что официально рекомендованные к применению в РФ «Методические положения по оценке финансового состояния предприятий и установлению неудовлетворительной структуры баланса» представляют набор из шести предельных коэффициентов, не позволяющих проводить сравнительный рейтинговый анализ организаций. Получившая за рубежом большое распространение методика Альтмана дает удобное для сравнения интегрированное значение (*Z*-счет Альтмана), включающее в себя пять важнейших балансовых характеристик. Однако этот подход совершенно не учитывает специфику отраслевых научных организаций [1].

Для разработки методологии оценки отраслевых НИИ в Минпромнауки России проведены исследования на примере ведущих отраслевых НИИ



химической и нефтехимической промышленности государственной и акционерной форм собственности (83 организации). Государственный сектор представляют 26 государственных унитарных предприятий (ГУП). Под акционерными организациями объединены НИИ, созданные в форме акционерного общества (АО), структура акционерного капитала которых не учитывалась.

Предлагаемый нами интегрированный критерий рейтинговой оценки (RN) представляет собой функциональную зависимость от наиболее информативных динамических (DN_i) и статических (ST_i) индикаторов интеллектуального и экономического потенциала научных организаций: $RN = f(ST_i, DN_i)$.

На этапе «динамического анализа» уровень инновационной активности анализировался на основе изменения индикаторов интеллектуального и финансового потенциалов за период 1990—2007 гг. Важнейшим индикатором интеллектуального потенциала служит динамика приведенной среднесписочной численности (ССЧ) на одну научную организацию государственной или акционерной формы собственности. Анализ этих данных показал, что с 1990 по 2007 г. наибольшее сокращение ССЧ пришлось на АО — в 6,9 раз, численность в ГУП сократилась в 3,5 раза. Причем в 2007 г. среднесписочная численность в государственных НИИ была в два раза выше, чем в АО.

Важнейшим индикатором финансового потенциала (ФП) является динамика выработки (объем выполненных работ на одного человека) в научных организациях государственной или акционерной форм собственности. Оказалось, что вариация выработки между АО и ГУП в 2000—2007 гг. достаточно незначительна и составляла 5—20 %.

Для разработки интегрированного критерия рейтинговой оценки НИИ химического комплекса были использованы наиболее информативные статические и динамические индикаторы интеллектуального и финансового потенциалов. Статический анализ научно-экономического потенциала проводился за 2007 г. — последний из рассматриваемых. Это связано с тем, что индикаторы «сегодняшнего дня» имеют максимальный вес при комплексной оценке инновационного потенциала отраслевой химической науки. Статический анализ показал, что инвариантным показателем для НИИ всех форм собственности является выработка по НИР. Этот комплексный показатель объединяет как научную, так и экономическую составляющие интегрированной оценки [5].

Динамической составляющей интегрированного критерия выбран динамический индекс интеллектуального потенциала (ДИИП), за который принято отношение ССЧ в узловых точках временного интервала. Нами в качестве ДИИП было выбрано

отношение ССЧ за 1990 г. к ССЧ за 2007 г. — последний из рассматриваемых.

Исходя из результатов статического и динамического анализа, были рассчитаны интегрированные рейтинговые оценки (RN_i) инновационного потенциала научных организаций химической и нефтехимической промышленности:

$$RN_k = \lambda_1 ST_k + \lambda_2 DN_k,$$

$$\lambda_i = (n - \varphi_i + 1) / \sum_{j=1}^n \varphi_j,$$

$$i = 1, \dots, n, \quad \varphi_i = 1, 2, \dots, n, \quad n = 2, \quad (1)$$

где RN_k — рейтинг k -й научной организации, λ_i — весовые коэффициенты, рассчитываемые в соответствии с лексикографическим принципом, ST_k — приведенная к средней выработка по НИР за 2007 г., DN_k — приведенный динамический индекс интеллектуального потенциала (величина, обратная приведенному к среднему соотношению ССЧ за 1990 и 2007 гг.).

В результате рейтингового анализа все научные организации были распределены на три группы инновационной привлекательности: высшая (R1) — рейтинг выше 1,25; средняя (R2) — рейтинг от 0,75 до 1,25; низшая (R3) — рейтинг ниже 0,75. Проведенный анализ однозначно показывает перспективность развития НИИ группы R2 (и тем более R1) и наличие проблем, связанных с необходимостью срочной реорганизации в группе R3. Предложенная методология достаточно гибкая: в нее легко включить вновь появляющиеся варианты или группы индикаторов и ее легко адаптировать к другим секторам и отраслям науки.

Методология интегрированной рейтинговой оценки НИИ химического комплекса использована при разработке на базе СУБД «Access — 2000» программного обеспечения подсистемы рейтингового анализа информационно-аналитической компьютерной системы мониторинга научно-экономического потенциала отраслевой химической науки. Информационные базы содержат статистические данные за период 1990—2007 гг. для 83-х ведущих НИИ химической и нефтехимической промышленности.

Полученная методология рейтинговой оценки «уровня организации-разработчика» позволила нам в дальнейшей работе перейти к детерминированному описанию оставшихся двух критериев первого уровня для интегрированной оценки конкурсных инновационных проектов: «уровня творческого коллектива» и «уровня инновационного проекта».

3. РАЗРАБОТКА ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ТВОРЧЕСКИХ КОЛЛЕКТИВОВ-РАЗРАБОТЧИКОВ КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ

Методология оценки творческих коллективов отраслевых НИИ для подавляющего большинства конкурсных инновационных проектов связана с нормативными материалами двух министерств: Минпромэнерго (Минпромторг) России и Минобрнауки России. Для участия в конкурсах инновационных проектов такого ранга отраслевым научным организациям необходимо предоставить определенный комплект конкурсных документов в установленных формах. Минобрнауки России предлагает участникам конкурса квалификационную карту, представляющую собой перечень положений, которые должны дать необходимую информацию о творческом коллективе — соискателе инновационного финансирования. Однако в данной квалификационной карте практически нет конкретных детерминированных параметров оценки творческих коллективов.

Комплект заявочной документации о творческом коллективе для Минпромэнерго России имеет значительные отличия (по сравнению с Минобрнауки). Участники должны заполнить не только квалификационную карту (форма № 2), но и предоставить отдельно форму № 4 (сведения об опыте аналогичных работ), которая дает возможность отдельно не просто наглядно посмотреть результаты выполнения работ научными организациями, а реально (более или менее) сопоставить эти данные с данными других претендентов-участников.

Анализ заявочной информации позволяет сделать вывод, что квалификационные материалы, подаваемые в Минпромэнерго, а тем более в Минобрнауки России, не позволяют в полной мере дать сравнительную оценку творческих коллективов, участвующих в конкурсе инновационных проектов. Основным недостатком этих документов состоит в отсутствии конкретных числовых параметров или функциональных зависимостей, позволяющих свести к минимуму влияние человеческого фактора на решения конкурсной комиссии.

Анализ перспективных направлений оценки творческих коллективов показал, что одна из важнейших теоретических и прикладных проблем науковедения состоит в оценке научной продуктивности ученого, его научного вклада. Так как экспертная оценка — трудная и зачастую необъективная вещь (и на Западе, и, тем более, у нас), то необходимы простые «механические» способы оценки ученых и результатов их научной деятельности. Наиболее перспективным из них является индекс цитирования. Он связан одним из важнейших параметров оценки качества научных публи-

каций — импакт-фактором конкретного научного журнала. С помощью импакт-фактора оценивается деятельность учёного через РП-фактор исследователя:

$$РП = 1000 \sum_{i=1}^N \frac{Im_i}{L_i + 1},$$

где Im_i — импакт-фактор i -го журнала; $L_i + 1$ — полное число авторов научной публикации, N — число публикаций [7]. Все ключевые, для определения РП-фактора параметры, абсолютно открыты и полностью исключают фальсификацию, что придаёт объективность соответствующей оценке. Однако против использования этого измеримого параметра научных коммуникаций имеется ряд объективных возражений.

Для объединения положительных сторон методологии РП-фактора исследователя и квалификационных карт ведущих Министерств нами предложена детерминированная модель оценки творческих коллективов [6]. В основу модели положена методология расчета интегрированного рейтинга творческого коллектива-разработчика конкурсного проекта.

В критериальное уравнение рейтинга входят две составляющие: производственная и научная. Для каждой из составляющих выставляются свои весовые коэффициенты: производственный индекс проекта (β_1) и научный индекс проекта (β_2). Для чисто прикладных разработок $\beta_1 = 1$, а $\beta_2 = 0$. В случае фундаментальных научных исследований $\beta_1 = 0$, а $\beta_2 = 1$.

Основной анализируемой единицей производственной составляющей являются объемы (в денежном эквиваленте) выполненных ранее данным творческим коллективом аналогичных проектов. Для расчета производственной составляющей нормированная стоимость каждого из выполненных проектов (S) умножается на соответствующий коэффициент корреляции (γ_i), который изменяется в диапазоне от нуля до единицы и характеризует соответствие выполненной ранее работы рассматриваемому конкурсному проекту ($\Sigma S_i \gamma_i$).

В научной составляющей основное внимание уделяется научным печатным работам (D_j) по данному направлению, выполненным авторами рассматриваемых творческих коллективов за определенный период времени. С учетом импакт-фактора научных изданий (Im_j), показывающего значимость и «весомость» того или иного печатного издания (журнала, монографии и т. п.), рассчитывается суммарный показатель оценки научного издания ($\Sigma D_j Im_j$).

Для расчета научной составляющей каждый из печатных трудов (работ) умножается на соответс-



твующий коэффициент корреляции (γ_j), который характеризует соответствие опубликованного материала тематике рассматриваемого конкурсного проекта. Отсюда, интегрированный рейтинг творческого коллектива инновационного проекта (RK) имеет следующий вид:

$$RK = \beta_1 \sum_{i=1}^n Y_i S_i + \beta_2 \sum_{j=1}^m Y_j D_j I m_j, \quad (2)$$

где n и m — числа аналогичных (конкурсному проекту) проектов и научных работ, выполненных ранее данным творческим коллективом. После акторного анализа отраслевой научной организации-разработчика и творческого коллектива-разработчика проводится комплексная экономическая проработка конкурсного проекта.

4. КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ

Экономический подход к процессу оценки инновационного проекта основывается на разработанной процедуре принятия инвестиционного решения [6]. На первом этапе аналитической процедуры определяется бюджет проекта. Бюджет отчетливо позволяет сформировать чистый отрицательный денежный поток инновационного проекта и определить график финансирования проекта. Источником информации для формирования чистого положительного денежного потока проекта служит прогнозный график поступления выручки, основанный на данных маркетингового анализа. Расчет бюджета и маркетинговый анализ проекта совместно позволяют сформировать основные разделы бизнес-плана инновационного проекта.

Оценка некоммерческого проекта осуществляется методом «анализа альтернативных вариантов» и исходит из детерминированной необходимости реализации проекта. Экономическим критерием служит только «наименьший бюджет» проекта. Коммерческий проект оценивается путем анализа и расчета эффекта с помощью систем финансового менеджмента, основанного на корректировке номинальной стоимости денежных потоков с течением времени методом дисконтирования.

Анализ эффективности инновационного проекта производится на основе анализа потоков денежных средств. Данные по всем статьям выручки и бюджета заносятся в «ведомость движения денежных средств» по соответствующим периодам, а дисконтирование чистого денежного потока в каждом периоде позволяет вплотную подойти к расчету экономико-финансовых показателей эффективности инновационного проекта.

Для сравнения альтернативных инновационных проектов используется дисконтированный

критерий оценки эффективности — чистая приведенная стоимость, которая получается при дисконтировании финансовых потоков и определяет стоимость будущей прибыли проекта, приведенной к данному моменту времени:

$$NPV = \sum_{i=1}^N \frac{D_i - Z_i}{(1+r)^i}, \quad (4)$$

где N — продолжительность проекта, выраженная в числе шагов расчетного периода, например в годах или месяцах, D_i и Z_i — поступления и затраты по проекту на i -м шаге расчетного периода, r — ставка дисконта.

В предлагаемой методологии дисконтированные значения всех входных (положительных) денежных потоков сравниваются с дисконтированными значениями выходных (отрицательных) потоков, обусловленных финансированием инновационного проекта. Разница между ними есть чистое дисконтированное значение (NPV), которое определяет финансовую оценку проекта. При отсутствии детерминированных требований к объему финансирования инновационного проекта анализ осуществляется на основе индекса рентабельности (RI), характеризующего дисконтированный доход на единицу затрат:

$$RI = NPV/SI, \quad (3)$$

где SI — общий объем финансирования инновационного проекта. Этот критерий позволяет ранжировать различные по объему финансирования инновационные проекты. В случае заданного федеральными органами объема финансирования критерий RI позволяет получить нормированное значение оценки, которое может входить в суммарный рейтинг.

5. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОНКУРСНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

На основе проведенных исследований разработана структурная схема оценки конкурсных инновационных проектов. Её ядром является процедура детерминированной оценки, включающая в себя суперпозицию трех основных критериев первого уровня. Входной информацией для процедуры детерминированной оценки является совокупность формализованных характеристик из конкурсных заявок отраслевых НИИ, а также массивы экспертных оценок по минимизированному объему анализируемых производственных и научных разработок участников конкурса.

Исходная информация разбивается на три группы характеристик:

- статические и динамические характеристики по инновационному потенциалу отраслевой научной организации;

- информация о производственных и научных результатах творческих коллективов по научно-техническому направлению, соответствующему конкурсному инновационному проекту;
- бюджетные показатели реализации конкурсного проекта и его маркетинговые характеристики.

Суммарный рейтинг инновационного проекта (RS) складывается из трех составляющих: R_1 — интегрированная рейтинговая оценка инновационного потенциала научной организации (RN), определяемая по формуле (1); R_2 — интегрированный рейтинг творческого коллектива (RK), определяемый по формуле (2); R_3 — индекс рентабельности конкурсного проекта (RI), определяемый по формуле (3).

Отсюда, в результате проведенного системного анализа получена максимально детерминированная модель для комплексной оценки k -го конкурсного инновационного проекта:

$$RS_k = \sum_{i=1}^3 \frac{\alpha_i R_{ki}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{kj}}$$

где α_i — весовые коэффициенты, учитывающие значимость каждой составляющей в общей оценке проекта; n — число претендентов на данный конкурсный проект.

Анализ предельных вариантов разработанной методологии показал, что предложенный подход к оценке уровня инновационного проекта с помощью индекса рентабельности (3) показывает хорошие результаты только для прикладных разработок ($\beta_1 > 0$). Для чисто научных (фундаментальных) исследований ($\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 1$) третья составляющая (R_3) практически не оказывает влияния на суммарный рейтинг (RS), что реализуется принятием значения весового коэффициента α_3 равным нулю.

Разработанные математическая модель и алгоритмическое обеспечение очень удобны для реализации в рамках информационной технологии. Предложенную методологию суммарной рейтинговой оценки, как и методологии рейтинговых оценок ее отдельных составляющих достаточно легко адаптировать к промышленности или другим секторам народного хозяйства и отраслям науки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оптимального бюджетного финансирования государственными органами управления отраслевой науки разработана интегрированная модель детерминированной оценки инновационных про-

ектов, включающая в себя три процедуры расчета: инновационного потенциала научной организации-разработчика, комплексной оценки творческого коллектива разработчиков и экономической оценки инновационного проекта. По сравнению с рассмотренными предложенная модель обладает гораздо большей детерминированностью, что сводит к минимуму субъективизм экспертных оценок. Данная модель положена в основу информационно-аналитической системы, которая применялась для управления инновационным бюджетным финансированием отраслевых научных организаций химической и нефтехимической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системный анализ бюджетного инновационного финансирования отраслевых научных организаций химической и нефтехимической промышленности / А.М. Бессарабов, С.Ю. Ягудин, М.Ю. Гафитулин, Д.В. Терехов // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2006. — № 4. — С. 17–22.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 219 с.
3. Рябенко Е.А., Куликов И.И., Бессарабов А.М. Информационно-поисковая система финансирования научно-исследовательских работ на предприятиях химической и нефтехимической промышленности // Химическая промышленность. — 1995. — № 5–6. — С. 55–59.
4. Сафонова Т.А. Компьютерный анализ и управление инновационными проектами в научных организациях химической промышленности на основе бюджетного финансирования: автореф. дис. канд. техн. наук. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. — 16 с.
5. Бессарабов А.М. Интегрированная оценка инновационного потенциала отраслевых научных организаций (на примере НИИ химического комплекса) // Химическая промышленность сегодня. — 2003. — № 11. — С. 12–21.
6. Интегрированная оценка конкурсных инновационных проектов отраслевых НИИ химической и нефтехимической промышленности / А.А. Алякин, А.М. Бессарабов, С.Ю. Ягудин, М.Ю. Гафитулин // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2006. — № 8. — С. 3–8.
7. <http://www.pereplet.ru/nauka/young/pologhenie.shtml> (дата обращения: 02.11.2009).

Статья представлена к публикации членом редколлегии Р.М. Нижегородцевым.

Бессарабов Аркадий Маркович — д-р техн. наук, зав. учебно-научным центром, Государственный научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ФГУП ИРЕА), г. Москва, ☎ (495) 963-75-27, ✉ bessarabov@irea.org.ru,

Софиев Александр Эльхананович — д-р техн. наук, зав. кафедрой, Московский государственный университет инженерной экологии, ☎ (499) 267-12-67, ✉ asofiev@yandex.ru,

Квасюк Алексей Владимирович — мл. науч. сотрудник, ФГУП ИРЕА, ☎ (495) 963-75-21, ✉ avk1985@yandex.ru,

Гафитулин Михаил Юрьевич — канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, ФГУП ИРЕА, ☎ (495) 963-75-21, ✉ mgafitul@rusfund.ru.