

УДК 004.021 + 004.827 + 519.81
ББК 32.81

МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАК ПУТЬ К ПРЕОДОЛЕНИЮ НЕ-ФАКТОРОВ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПРОЕКТОВ

Колоденкова А. Е.¹

*(Уфимский государственный авиационный
технический университет, Уфа)*

Рассматриваются теоретические аспекты НЕ-факторов и методы их учета в задачах оценки жизнеспособности проектов. Предлагаются нечетко-множественный, нечетко-интервальный и генетический подходы к решению данной задачи на основе формирования многокритериальной оценки и выборе приемлемой проектной альтернативы. Данные подходы позволяют повысить обоснованность принятия решения о возможности реализации проекта и за счет этого снизить риск его неудачного завершения.

Ключевые слова: проект, НЕ-факторы, оценка жизнеспособности проекта, мягкие вычисления.

1. Введение

В современных условиях разработка проектов в области энергетики, транспорта, связи и других отраслей промышленности является крайне важной для российской экономики. С ростом масштабов и сложности таких проектов, вовлечением в них большого числа участников и организаций, возрастанием требований к срокам его осуществления, использованию финансовых, материальных и трудовых ресурсов появляется потребность в

¹ Анна Евгеньевна Колоденкова, кандидат технических наук, доцент (anna82_42@mail.ru).

повышении эффективности управления проектами за счет специальных (профессиональных) методов управления, позволяющих осуществлять контроль проектов и обеспечивать их выполнение в срок и в рамках заданного бюджета [3, 8, 11, 12].

В связи с этим все большую актуальность и значимость с финансовой, экономической и других точек зрения приобретают проблемы концептуального проектирования и, в частности, оценки жизнеспособности проекта, направленной на выявление и снижение возможных проектных рисков, а также на сокращение управленческих ошибок, принимаемых руководителем проекта в условиях неопределенности.

Несмотря на большое число работ многих отечественных и зарубежных авторов, посвященных различным научно-исследовательским и опытно-конструкторским проектам, проблема оценки жизнеспособности проекта до сих пор остается открытой, а существующие модели проектов не позволяют рассматривать все ресурсы во взаимосвязи, контролировать и управлять проектом на любой стадии, работать с несколькими проектами одновременно, а также не обеспечивают необходимый уровень объективности оценок.

В настоящей работе рассмотрены методы вычислительного интеллекта, позволяющие преодолеть *HE*-факторы в задачах оценки жизнеспособности проектов.

2. Особенности *HE*-факторов в концептуальном проектировании проектов

В настоящее время методология управления проектами, бесспорно, является оправдавшей себя на практике новой формой управленческой деятельности. Достигнутое развитие управления проектами в современной теории и практике, накопленные знания и опыт по управлению проектами в различных сферах сделали возможным и необходимым создание системной модели [5]. По мнению В.И. Воропаева и Г.И. Секлетовой, «системная модель необходима для того, чтобы: выработать общий язык и терминологию; создать основу для разработки

моделей, методов и средств решения задач управления проектами ...».

В связи с этим на основе систематизации обзора литературных источников на рис. 1 предложена *системная модель управления проектом*, основными элементами которой являются: основные ограничения, учитываемые при согласовании разнообразных требований проекта; функции управления проектом, осуществляющиеся разработчиками на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) проекта; методы и технологии учета НЕ-факторов, используемые при разрешении сложных слабоструктурированных и неструктурированных проблем.

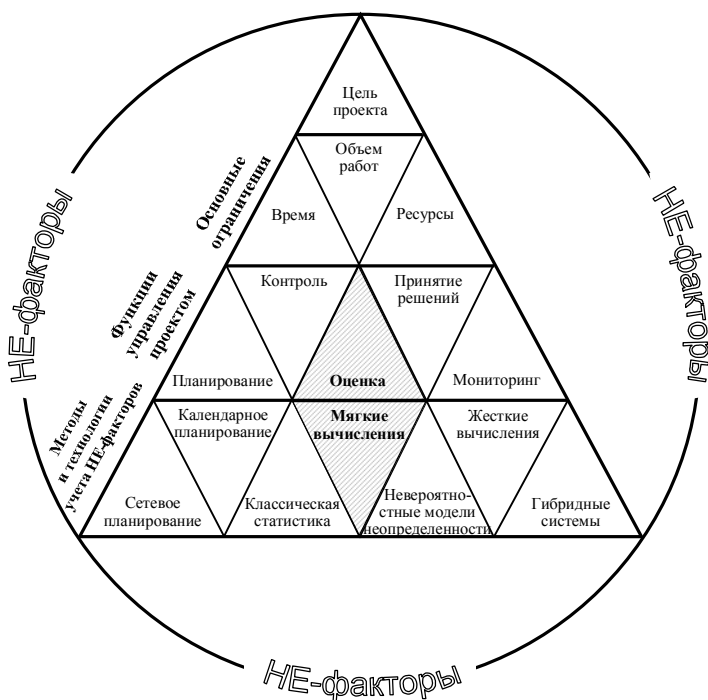


Рис. 1. Системная модель управления проектом

На рис. 1 серым цветом выделены те функции и методы, которым будут посвящены следующие разделы статьи. Отметим, что приведенное разделение методов учета *НЕ*-факторов носит условный характер, поскольку на практике они пересекаются и взаимодействуют между собой на различных этапах принятия решения.

В настоящей работе под *оценкой реалистичности проекта*, именуемой часто как реализуемость (В.В. Липаев), осуществимость (С. Орлик, И. Соммервилл (I. Sommerville)) или жизнеспособность (И.И. Мазур, А.Е. Колоденкова) понимается наличие необходимых ресурсов для осуществления и условий для реализации проекта. Однако такая оценка сопровождается *НЕ*-факторами [13, 14], негативно влияющими на ход выполнения проекта и, прежде всего, на планирование работ и принятие управленческих решений по проекту. Сюда можно отнести неполноту исходных данных для проектирования, изменение требований, сроков и объема выделяемых ресурсов на проектирование, высокую занятость разработчиков.

В работе [11] дан обзор *НЕ*-факторов, а также введены их классификация и методы их учета применительно к задаче оценки жизнеспособности проекта. Среди *НЕ*-факторов, затрудняющих оценку жизнеспособности проекта, выделены следующие: *неточность* (величина, которая может быть получена с точностью, не превышающей некоторый порог, определенный природой соответствующего параметра), *нечеткость* (величина, связанная с отсутствием точных границ соответствующего параметра), *неоднозначность* (величина, отражающая множество альтернатив оцениваемого параметра неравномерно с точки зрения некоторой конкретной семантики).

Из теории и практики системной инженерии известно, что учитывать *НЕ*-факторы при управлении проектами только лишь формальными методами невозможно. Здесь весьма перспективно использование бурно развивающегося в рамках теории искусственного интеллекта научного направления, провозглашенного Л. Заде и получившего название «*мягкие вычисления*» (*Soft Computing*) или «*вычислительный интеллект*»

(*Computational Intelligence*) [17], позволяющие «устранить» неопределенности и придать проблеме оценки жизнеспособности проекта количественную определенность.

3. Состояние развития методов и технологий мягких вычислений в задачах оценки жизнеспособности проектов

Мягкие вычисления положены в основу многочисленных программ («Real World Computing», «New Information Processing Technology» и др.) разработки и создания адаптивных, эволюционирующих, сверхвысокопроизводительных вычислительных машин шестого поколения и, в отличие от традиционных жестких вычислений (*Hard Computing*), нацелены на максимальное приспособление к реальной действительности.

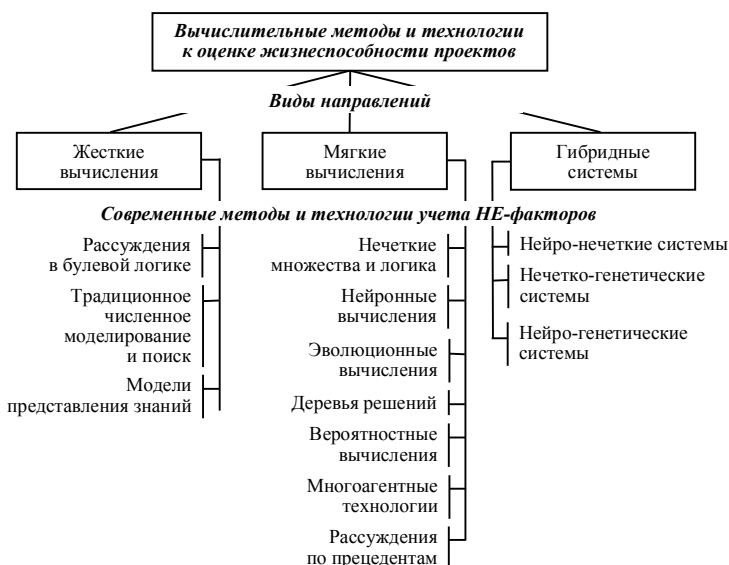


Рис. 2. Классификация вычислительных методов и технологий учета НЕ-факторов в задачах оценки жизнеспособности проектов

На рис. 2 предложена классификация вычислительных методов и технологий учета *НЕ*-факторов в задачах оценки жизнеспособности проектов.

Применительно к оценке жизнеспособности проекта наиболее интересны следующие составляющие: нечеткие методы, байесовские сети доверия, генетические алгоритмы и агентный подход. Далее рассмотрим жизнеспособность проекта на базе концепции нечетких, интервальных подходов и генетических алгоритмов.

4. Нечетко-множественный и нечетко-интервальный подходы к оценке жизнеспособности проекта

В последнее десятилетие среди различных направлений вычислительного интеллекта на одно из ведущих мест все больше претендует *теория нечетких множеств* [2, 7].

При решении задач, в которых доминирующими факторами являются неточность и неполнота информации, особую роль играют *лингвистические переменные*, значениями которых являются слова и предложения естественного языка [7].

Таким образом, теория нечетких множеств позволяет дать строгое математическое описание в действительности расплывчатых утверждений, реализуя тем самым попытку преодолеть лингвистический барьер между человеком, суждения и оценки которого являются приближенными и нечеткими.

В ситуации, когда информация о ресурсах проекта является неполной и нечеткой, целесообразно использовать нечетко-множественный подход, описанный в работах [9–11], основанный на использовании аппарата нечетких множеств и лингвистических переменных.

Идея *нечетко-множественного подхода* к оценке жизнеспособности проекта заключается в анализе построенных альтернатив разработки проекта в виде сетевых графиков выполнения проектных работ формировании специально сформированного *нечеткого показателя жизнеспособности* $\Delta^{(1)}$

в виде критического пути, длительность которого представляется нечетким числом

$$\Delta^{(i)} = [T^{(i)-}, T^{(i)+}], \quad i = 1, \dots, m,$$

с возможностью последующего выбора приемлемой альтернативы

$$D = \arg \max \{ \mu_D(F_1), \mu_D(F_2), \dots, \mu_D(F_m) \},$$

где $T^{(i)-}$, $T^{(i)+}$ – минимальное и максимальное время выполнения i -й альтернативы; $\mu_D(F_m)$ – функция принадлежности альтернатив; m – число альтернатив разработки проекта.

Решение задачи расчета показателя $\Delta^{(i)}$ сводится к нахождению по имеющейся функции принадлежности объема работ и известной производительности разработчиков функции принадлежности времени работ. В основу предлагаемого подхода положен образ нечеткого множества при четком и нечетком отображении, позволяющий рассчитывать в виде трапециевидного нечеткого числа ожидаемые времена выполнения работ, за которые может быть выполнен заданный объем работ.

В случае, когда имеется лишь интервальная исходная информация, т.е. известны лишь границы изменения значений анализируемого параметра разрабатываемого проекта, целесообразно к оценке жизнеспособности проекта использовать нечетко-интервальный подход [11].

Идея *нечетко-интервального подхода* заключается в анализе построенных альтернатив разработки проекта в виде сетевых графиков выполнения проектных работ и формировании скалярных интервальных многокритериальных оценок вида

$$P(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j^h p_j^h(x_i), \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n,$$

с возможностью последующего выбора приемлемой альтернативы:

$$x^0 = \arg \max_{x_i \in X} P(x_i), \quad i = 1, \dots, m,$$

где w_j^h – нормализованный интервальный коэффициент относительной важности j -го частного критерия альтернатив $x_i \in X$; $p_j^h(x_i)$ – нормализованные интервальные частные критерии

альтернатив $x_i \in X$; m – число альтернатив разработки проекта; n – количество частных критериев.

Таким образом, предлагаемые выше подходы позволяют на стадии анализа жизнеспособности проекта принять решение либо об отказе от анализируемого варианта проекта, либо о запуске его в производство, либо о формировании его новых альтернативных вариантов в условиях неточной и нечеткой исходной информации.

5. Генетические алгоритмы в задачах управления проектами: исследования, практическое применение, программные средства

Другим перспективным направлением исследований в области вычислительного интеллекта являются *генетические алгоритмы*, сформулированные в 1975 г. Д. Холландом (J. Holland), являются алгоритмами поисковой оптимизации, основанными на математическом моделировании биологических механизмов с помощью принципов популяционной генетики, позволяющими находить оптимальные решения.

Основным преимуществом генетических алгоритмов является универсальность, простота их реализации, а также относительно высокая скорость работы в задачах с неопределенными исходными данными, для которых нет четких алгоритмов решения. Однако при всех видимых достоинствах основными их недостатками является относительно высокая вычислительная стоимость и отсутствие гарантии того, что будет найдено оптимальное решение за приемлемое время [6].

В период бурного расцвета информационных технологий идеи Д. Холланда и его последователей находят все более широкое применение для решения задач календарного планирования с ограниченными ресурсами, которые относятся к классу *NP*-трудных задач; комбинаторных задач, а также задач поиска оптимальных решений, формирования моделей и прогнозирования значений различных показателей [4, 15]. По утверждению Д. Холланда, «в больших и сложных про-

блемных областях, при определенных условиях, генетические алгоритмы будут, как правило, показывать оптимальные или близкие к ним результаты».

В последние годы на рынке программного обеспечения появилось множество специализированных и универсальных программных средств, реализующие генетические алгоритмы [1, 16]. Наиболее известными и популярными в России являются следующие программные средства, применяемые в задачах оценки жизнеспособности проектов (рис. 3).



Рис. 3. Классификация программных средств, реализующие генетические алгоритмы в задачах оценки жизнеспособности проектов

Однако приходится констатировать, что большинство программных средств разработано под определенные практические задачи; имеют ограниченный набор генетических операторов и тестовых функций; продаются по высокой цене; плохо приспособлены для модификаций, а также не позволяют сохранять результаты поиска. В связи с этим необходимо создавать инструментальные средства (программные системы), которые позво-

ляли бы исследовать и доказывать эффективность предложенных методик на тестовых функциях в решении практических задач.

6. Применение генетического алгоритма к оценке жизнеспособности проекта

В ситуации, когда исходные данные о ресурсах (финансовых, временных, трудовых и др.) на проектирование являются нечеткими и часто изменяющимися, автором предлагается к оценке жизнеспособности проекта использовать подход с применением генетического алгоритма.

Идея предложенного подхода к оценке жизнеспособности проекта заключается в анализе возможных альтернатив разработки проекта. Оценка каждой i -й альтернативы разработки проекта осуществляется на основе найденной ожидаемой стоимости альтернативы $s(x_i)$, $i = 1, \dots, m$, и формировании интервальной многокритериальной оценки $P(x_i)$.

Прежде чем приступить к описанию формальной схемы оценки жизнеспособности проекта, опишем вводимые допущения:

- ♦ во-первых, разработано и анализируется четыре альтернативы разработки проекта (x_1, x_2, x_3, x_4) ;

- ♦ во-вторых, рассмотрено четыре частных критерия жизнеспособности альтернатив, представленные в виде нечетких трапециевидных чисел, причем их границы не пересекаются;

- ♦ в-третьих, частный критерий стоимости альтернатив обозначен через $s(x_i)$, $s(x_i) = (s_{i,1}, s_{i,2}, s_{i,3}, s_{i,4})$ ($s_{i,1}$ – пессимистическая оценка стоимости; $[s_{i,2}; s_{i,3}]$ – интервал возможной стоимости; $s_{i,4}$ – оптимистическая оценка стоимости), $i = 1, \dots, 4$.

Пусть имеется ограниченное множество из m допустимых альтернатив разработки проекта $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, где каждая альтернатива $x_i \in X$, $i = 1, \dots, m$, оценивается кортежем из n (ненормализованных) интервальных частных критериев $K = \langle k_j(x_i) \rangle$, $j = 1, \dots, n$. Ставится задача нахождения вектора

ожидаемой стоимости для каждой i -й альтернативы разработки проекта:

$$s(x_i) = (s_{i,1}, s_{i,2}, s_{i,3}, s_{i,4}), i = 1, \dots, m,$$

применительно к оценке обобщенной полезности, характеризующей жизнеспособность каждой i -й альтернативы разработки проекта:

$$P(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j^H p_j^H(x_i), i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n,$$

с возможностью последующего выбора приемлемой альтернативы.

Здесь w_j^H – нормализованный интервальный коэффициент относительной важности j -го частного критерия альтернатив $x_i \in X$; $p_j^H(x_i)$ – нормализованные интервальные частные критерии альтернатив $x_i \in X$ ($0 < p_j^H(x_i) < 1$).

Таким образом, задача оценки жизнеспособности альтернатив разработки проекта описывается следующей целевой функцией

$$(1) P(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j^H p_j^H(x_i) \rightarrow \max, x_i \in X,$$

и ограничениями

$$(2) w_j^H = [\alpha_{jmin}; \alpha_{jmax}],$$

$$(3) s_{min} \leq s(x_i) \leq s_{max},$$

где $\sum_{j=1}^n \alpha_{jmin} < 1$, $\sum_{j=1}^n \alpha_{jmax} > 1$; s_{min} и s_{max} – значения минимальной

и максимальной стоимости альтернативы.

Поскольку решаемая задача имеет комбинаторный характер и может быть сформулирована как поиск наилучшего решения, то целесообразно применить генетический алгоритм, состоящий из следующих **десяти шагов**:

На первом шаге вводятся исходные данные: $k_f(x_i)$ – ненормализованные интервальные частные критерии альтернатив; s_{min} и s_{max} – значения минимальной и максимальной стоимости альтернативы; kol – количество итераций; d – позиция кроссинговера; q – позиция мутации; w_j – интервальный

коэффициент относительной важности j -го частного критерия альтернатив.

На втором шаге определяются необходимые условия оптимизации: целевая функция (1) и ограничения (2)–(3).

На третьем шаге формируются особи-родители (четыре варианта векторов стоимости для каждой i -й альтернативы разработки проекта) с использованием генератора случайных чисел и учетом ограничения (3):

$$s^P(x_1) = (s_{1,1}^P, s_{1,2}^P, s_{1,3}^P, s_{1,4}^P), \quad s^P(x_2) = (s_{2,1}^P, s_{2,2}^P, s_{2,3}^P, s_{2,4}^P), \\ s^P(x_3) = (s_{3,1}^P, s_{3,2}^P, s_{3,3}^P, s_{3,4}^P), \quad s^P(x_4) = (s_{4,1}^P, s_{4,2}^P, s_{4,3}^P, s_{4,4}^P).$$

На четвертом шаге производится операция одноточечного кроссинговера над полученными вариантами особей-родителей (точка кроссинговера $d < 4$). В результате операции кроссинговера получается 12 особей-потомков:

$$s^{\Pi}(x_1) = (s_{1,1}^P, s_{1,d}^P, s_{2,d+1}^P, s_{2,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_2) = (s_{2,1}^P, s_{2,d}^P, s_{1,d+1}^P, s_{1,4}^P), \\ s^{\Pi}(x_1) = (s_{1,1}^P, s_{1,d}^P, s_{3,d+1}^P, s_{3,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_3) = (s_{3,1}^P, s_{3,d}^P, s_{1,d+1}^P, s_{1,4}^P), \\ s^{\Pi}(x_1) = (s_{1,1}^P, s_{1,d}^P, s_{4,d+1}^P, s_{4,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_4) = (s_{4,1}^P, s_{4,d}^P, s_{1,d+1}^P, s_{1,4}^P), \\ s^{\Pi}(x_2) = (s_{2,1}^P, s_{2,d}^P, s_{3,d+1}^P, s_{3,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_3) = (s_{3,1}^P, s_{3,d}^P, s_{2,d+1}^P, s_{2,4}^P), \\ s^{\Pi}(x_2) = (s_{2,1}^P, s_{2,d}^P, s_{4,d+1}^P, s_{4,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_4) = (s_{4,1}^P, s_{4,d}^P, s_{2,d+1}^P, s_{2,4}^P), \\ s^{\Pi}(x_3) = (s_{3,1}^P, s_{3,d}^P, s_{4,d+1}^P, s_{4,4}^P), \quad s^{\Pi}(x_4) = (s_{4,1}^P, s_{4,d}^P, s_{3,d+1}^P, s_{3,4}^P).$$

Получаемые особи-потомки проверяются на соответствие заданному ограничению (3).

На пятом шаге производится операция одноточечной мутации полученных 12 особей-потомков (точка мутации $q < 4$). Из пришедшей особи-потомка получается новая особь-потомок с мутированными генами $\bar{s}^M(x_1) = (s_{1,1}^M, s_{1,q}^M, \bar{s}_{1,q+1}^M, s_{1,4}^M)$ с учетом ограничения (3). Аналогичным образом данная операция производится и над остальными особями-потомками.

На шестом шаге осуществляется нормализация частных критериев $p_j^n(x_i)$ для каждой i -й альтернативы разработки проекта

$$p_j^H(x_i) = \frac{k_j(x_i)}{k_j^+}, \quad 0 < p_j^H(x_i) < 1, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n,$$

а также интервальных коэффициентов w_j^H относительной важности частных критериев:

$$w_j^H = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad j = 1, \dots, n,$$

где $k_j(x_i)$ – интервал j -го частного критерия i -й альтернативы разработки проекта; k_j^+ – максимальный интервал j -го частного критерия на данном множестве альтернатив $x_i \in X$; w_j – интервальный коэффициент относительной важности j -го частного критерия; $w_j^H = [\alpha_{jmin}; \alpha_{jmax}]$ – нормированный интервальный коэффициент относительной важности j -го частного критерия. Аналогичные расчеты производятся и для критерия стоимости.

Следует заметить, что интервальные частные критерии $k_j(x_i)$, $j = 1, \dots, n$, не должны пересекаться, поскольку только в этом случае устанавливаются отношения «больше» или «меньше» [11].

На седьмом шаге рассчитываются значения целевой функции (3) для всех особей популяции, а именно для всех вариантов векторов ожидаемой стоимости альтернатив проекта.

На восьмом шаге отбираются четыре особи (четыре вектора) из 12 возможных с наибольшими значениями целевой функции, которые будут родителями для следующей итерации (поколения), или же в случае выполнения всех итерации – результатом вычислений.

В предложенной задаче рассматривается четыре альтернативы разработки проекта, т.е. отбирается всего четыре вектора ожидаемой стоимости альтернатив проекта. Отбор особей производится ранговым методом, т.е. особи популяции ранжируются по значениям их функции приспособленности (ранжирование проводится по возрастанию величин). Так как оценки обобщенной полезности $P(x_i)$ представлены в виде трапециевидных

нечетких чисел, то для выбора наилучшей альтернативы проекта применяется метод Чью–Парка, позволяющий каждому трапециевидному числу поставить в соответствии четкое число Sr ($P(x_i)$).

На девятом шаге сохраняются полученные результаты и производится проверка останова. Если заданное количество итерации выполнено, то переходим к 10 шагу, иначе возвращаемся к 4 шагу.

На десятом шаге осуществляется вывод результатов (векторы ожидаемой стоимости альтернатив $s(x_i)$ и оценки Sr ($P(x_i)$) для каждой i -й альтернативы разработки проекта).

Заметим, что генетический алгоритм не совершенен, поскольку работает с задачей, являющейся упрощенной моделью реального процесса оценки жизнеспособности проекта и учитываются не все частные критерии.

Пример. Целью вычислительных экспериментов является нахождение оптимального решения задачи оценки жизнеспособности альтернативы разработки проекта для возможности дальнейшей его реализации. Далее рассмотрим работу генетического алгоритма, описанного выше на конкретном примере.

Пусть имеется четыре альтернативы (x_1, x_2, x_3, x_4) разработки проекта, описываемые совокупностью четырех частных критериев жизнеспособности: k_1 – время выполнения проекта, мес.; k_2 – трудоемкость реализации проекта, чел./мес.; k_3 – вероятность успеха проекта в условиях возникновения ситуаций, при которых цели, поставленные в проекте, могут быть не достигнуты полностью или частично, а также примерная стоимость проекта $s(x_i) = [600; 800]$ тыс. руб. ($i = 1, \dots, 4$). Ставится задача оценки альтернатив с возможностью последующего выбора приемлемой альтернативы разработки проекта.

Расчетные значения частных критериев для каждой альтернативы представлены в таблице 1.

Предположим, что основе опроса мнения группы разработчиков известны следующие весовые коэффициенты относительной важности частных критериев в виде трапециевидных чисел:

$$w_1 = [3; 3,5; 3,8; 4,5], \quad w_2 = [1; 1,3; 1,5; 2],$$

$$w_3 = [2; 2,4; 2,6; 3], \quad w_{4(s)} = [3; 3,2; 3,5; 4].$$

где $w_4(s)$ – весовой коэффициент относительной важности критерия стоимости альтернативы.

Таблица 1. Расчетные значения частных критериев жизнеспособности альтернатив

Альтернативы проекта	Частные критерии жизнеспособности альтернатив		
	k_1	k_2	k_3
x_1	[9,2; 9,4; 9,6; 9,9]	[17; 19; 20; 21]	[0,8; 0,82; 0,83; 0,84]
x_2	[12; 12,4; 12,7; 13]	[6; 7; 9; 10]	[0,84; 0,85; 0,86; 0,87]
x_3	[8; 8,2; 8,4; 8,5]	[22; 23; 25; 26]	[0,7; 0,72; 0,73; 0,74]
x_4	[10; 10,3; 10,4; 10,5]	[10; 12; 15; 17]	[0,87; 0,88; 0,89; 0,9]

Начальные значения параметров генетического алгоритма следующие: точка кроссовера (скрещивания) – 1; точка мутации – 1; количество итераций – 10.

В результате тестовой работы разработанного программного обеспечения, особенностью которого является работа с интервальными значениями, были получены следующие решения, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Результаты оптимизации

Альтернативы проекта	Вектор стоимости проекта	Оценка обобщенной полезности
x_1	[643; 692; 732; 784]	0,677
x_2	[643; 692; 787; 791]	0,668
x_3	[660; 674; 787; 797]	0,261
x_4	[643; 692; 772; 795]	0,543

Из таблицы 2 видно, что альтернатива x_1 со значениями стоимости [643; 692; 732; 784] и соответствующей ей обобщенной полезностью $F(x_1) = 0,677$ является наилучшей альтернативой разработки проекта.

Вектор распределения [643; 692; 732; 784] означает, что реализация альтернативы x_1 разработки проекта составит от 643 до 784 тыс. руб.

7. Перспективные исследования жизнеспособности проектов в условиях неопределенности

На сегодняшний день методы вычислительного интеллекта далеко не исчерпали свой потенциал, так как наблюдается их совершенствование во всех высокотехнологичных отраслях экономики (Минобороны России, МВД России, МЧС России и другие федеральные органы исполнительной власти) и многих отраслях промышленности (оборонная, атомная, машиностроение и др.). Это особенно важно в современном мире, в котором общество не может успешно развиваться без рационального управления сложными проектами.

Весьма перспективными направлениями вычислительного интеллекта в области концептуального проектирования, которые могут привести к качественным изменениям в технике и технологиях, являются *многоагентные технологии* для решения задач распределения ресурсов при управлении проектом, а также *метод рассуждений на основе прецедентов (CBR-метод)* для решения задачи выбора жизнеспособного проекта в условиях, когда невозможно или нецелесообразно построение математических моделей.

8. Заключение

В настоящей работе предложен подход к оценке жизнеспособности проектов с применением генетического алгоритма для информационно-управляющих и вычислительных систем, в основе которого лежит нахождение ожидаемой стоимости альтернативы проекта, а также формирование интервальных многокритериальных оценок проекта.

Предлагаемый подход отличается от известных тем, что, во-первых, частные критерия жизнеспособности альтернатив про-

екта представлены в виде нечетких трапециевидных чисел; во-вторых, позволяет руководителям проекта на ранней стадии его разработки выполнить сравнительный анализ различных вариантов реализации проектов, что приводит к повышению обоснованности принятия решения о возможности его реализации в условиях неточной и нечеткой исходной информации, тем самым снижает риск его неудачного завершения; в-третьих, позволяет формализовать процедуру оценки проекта, что делает ее возможным реализовать в виде программной компоненты в информационно-управляющих и вычислительных системах.

Литература

1. АНДРЕЙЧИКОВ А.В., АНДРЕЙЧИКОВА О.Н. *Интеллектуальные информационные системы*: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
2. БОРИСОВ А.Н., КРУМБЕРГ П.О., ФЕДОРОВ И.П. *Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования*. – Рига «Зинатне», 1990 – 184 с.
3. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Как управлять проектами*: Научно-практическое издание. – М.: СИНТЕГ – ГЕО, 1997. – 188 с.
4. ВАСИЛЬЕВ А.С., МАТВЕЙКИН В.Г. *Модификация генетического алгоритма для решения задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами* // Вестник ТГТУ. [Электронный ресурс]. – URL: http://vestnik.tstu.ru/rus/t_14/pdf/14_2_012.pdf (дата обращения: 07.03.13).
5. ВОРОПАЕВ В.И., СЕКЛЕТОВА Г.И. *Системное представление управления проектами*. Учебное пособие. – М.: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 13 с.
6. ГЛАДКОВ Л.А., КУРЕЙЧИК В.В., КУРЕЙЧИК В.М. *Генетические алгоритмы*: Учебное пособие. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
7. ЗАДЕ Л.А. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений*. – М.: Мир, 1976. – 166 с.

8. КОЛОДЕНКОВА А.Е. *Анализ жизнеспособности – важная стадия жизненного цикла инновационных программных проектов* // Программная инженерия. – 2010. – №1. – С. 21–30.
9. КОЛОДЕНКОВА А.Е. *Нечетко-множественный подход к оценке реалистичности альтернатив программного обеспечения мехатронных систем* // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. – №4. – С. 45–53.
10. КОЛОДЕНКОВА А.Е. *НЕ-факторы и методы вычислительного интеллекта в концептуальном проектировании* // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте: Сборник трудов VI-й Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Физматлит. – 2011. – Т. 2. – С. 710–721.
11. КОЛОДЕНКОВА А.Е. *Оценка жизнеспособности программных проектов в условиях нечеткости исходных данных* // Программная инженерия. – 2011. – №5. – С. 10–16.
12. МАТВЕЕВ А.А., НОВИКОВ Д.А., ЦВЕТКОВ А.В. *Модели и методы управления портфелями проектов*. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
13. НАРИНЬЯНИ А.С. *Введение в недоопределенность* // Информационные технологии. Приложение. – 2007. – №4 – 32 с.
14. НАРИНЬЯНИ А.С. *НЕ-ФАКТОРЫ: STATE OF ART* // Научная сессия МИФИ-2004. – Т. 3. – С. 26–30.
15. ПОПОВ В.А., БЕРДОЧНИК А.В. *Задача комбинаторной оптимизации в управлении предприятием на основе генетического алгоритма*. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.khai.edu/csp/nauchportal/Arhiv/REKS/2009/REKS409/PopBerd.pdf> (дата обращения: 07.06.13).
16. FILHO J.R., ALIPPI C., TRELEAVEN P. *Genetic Algorithm Programming Environments Department of Computer Science – University College London*. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.masters.donntu.edu.ua/2006/kita/chvala/library/filho_genetic.pdf (дата обращения: 07.06.13).

17. ZADEH L. *Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing* // Communications of the ACM. – March, 1994. – Vol. 37, №3. – P. 77–84.

**SOFT COMPUTING AS A WAY TO OVERCOMING
NOT-FACTORS IN THE PROBLEMS OF THE PROJECTS
VIABILITY ESTIMATION**

Anna Kolodenkova, Ufa State Aviation Technical University, Ufa,
Cand.Sc., assistant professor (anna82_42@mail.ru).

Abstract: We study theoretical aspects of Not-factors and methods of their accounting in the problem of projects viability estimation, and suggest multi-fuzzy, fuzzy-interval and genetic-algorithm approaches based on formation of multi-criteria evaluations and choice of an acceptable design alternative. The proposed routines help to make more reliable decisions on possibility of project implementation and, thus, to lower risk of project failure.

Keywords: project, not-factors, project viability estimation, soft computing.

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии В.Д. Богатыревым*

*Поступила в редакцию 11.06.2013.
Опубликована 30.11.2013.*