

8.8. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Рамазанов Д.Н., преподаватель, кафедра экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности

ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

В статье рассмотрены современные проблемы формирования портфелей проектов. Предложена концепция применения экономико-математических методов управления портфелем проектов как инструментария, позволяющего организациям реализовывать свои стратегические цели с минимальным риском при ограниченных ресурсах. На основе современной теории портфельного анализа разработан метод формирования эффективных портфелей проектов. Основой данного метода является экономико-математическая модель формирования портфелей. Применение предлагаемых методов позволит повысить эффективность финансовых и инвестиционных компаний.

Тенденции развития российской экономики обуславливают необходимость реализации проектов на различных уровнях. Такие факторы, как ужесточение конкуренции на рынках, усиление тенденций клиентоориентированности бизнеса, вынуждают организации реализовывать различные проекты. При этом конкурентоспособность бизнеса определяется не столько успешной реализацией отдельно взятых проектов, сколько эффектом, который получает организация от реализации всей совокупности проектов (или портфеля проектов). Это актуализирует проблемы, связанные с управлением портфелями проектов в рамках различных организаций, что во многом определяет возможность получения организациями стратегических конкурентных преимуществ. Кроме того, неопределенность, сильно возросшая во время кризиса, заставляет организации усилить внимание не только к управлению отдельными проектами, но и к управлению портфелем проектов.

Управление проектами сегодня – признанная во всем мире профессиональная деятельность и один из важнейших механизмов управления, широко используемый в развитых странах. Передовые технологии управления проектами приобретают все большую значимость и применяются в ведущих российских корпорациях и в

государственном управлении (особо здесь необходимо отметить реализацию национальных проектов).

В настоящее время в мире действует более 16 стандартов управления проектами, целевой системы международных стандартов управления проектами пока не существует. В то же время большинство специалистов сходится на том, что стандарт управления проектами «Руководство к своду знаний по управлению проектами» (PMBOK Guide), разработанный Институтом управления проектами США (PMI) и вышедший в свет уже в четвертом издании, а также другие стандарты, разработанные этой организацией, хотя и не являются государственными или международными, де-факто являются ими, так как применяются национальными и международными профессиональными сообществами, а также компаниями из различных стран мира, в том числе и из Российской Федерации. Система стандартов Института управления проектами PMI развивается в направлении обеспечения охвата всех аспектов деятельности организации, связанной с реализацией проектов: от уровня компетенции менеджера проекта и управления единичным проектом до регулирования проектно-ориентированной деятельности, включающей управление программами и портфелями проектов, а также уровня развития самой организации. Перечень действующих и находящихся в разработке основных стандартов управления проектами PMI приведен в табл. 1, которая составлена автором на основе анализа источников [3, 13, 15, 18, 19].

Уровни 1 и 2 соответствуют единичному проекту. Стандарты этих уровней описывают требования к менеджеру проекта, в том числе к его способностям и умению управлять людьми, и к системе управления единичным проектом, в том числе к его структуре и управленческим процессам [3, с. 12]. Уровни 3 и 4 относятся к проектно-ориентированной деятельности организации, реализующейся двумя способами: в виде программы или как портфель проектов. Уровень 5 – это уровень самой организации, реализующей проектно-ориентированную деятельность. В зрелых организациях, осуществляющих проектное управление, управление проектами существует в более широком контексте, который регулируется управлением программами и портфелями. На рис. 1 показано, что стратегии и приоритеты организации связаны между собой и имеют связи с портфелями и программами, а также между программами и отдельными проектами.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ СТАНДАРТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ, РАЗРАБОТАННЫЕ ИНСТИТУТОМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ PMI

Уровень (объект) стандартизации	Тип стандарта	Наименование стандарта	Статус на конец 2009 г.
1. Уровень менеджера проекта	Стандарт квалификации менеджера	Международный стандарт квалификации менеджеров проектов, 2-е издание (Project manager competency development framework, 2 nd edition)	Действует
2. Уровень единичного проекта (в том числе мультипроекта)	Стандарт управления проектом	Руководство к своду знаний по управлению проектами, 4-ое издание (PMBOK guide, 4 th edition)	Действует
3. Уровень программы проектов	Стандарт управления программой проектом	Стандарт управление программами проектов, 2-ое издание (The standard for program management, 2 nd edition)	Действует
4. Уровень портфеля проектов	Стандарт управления портфелем проектов	Стандарт управление портфелями проектов, 2-ое издание (The standard for portfolio management, 2 nd edition)	Действует
5. Уровень организации, осуществляющей проектно-ориентированную деятельность	Стандарт развития проектной структуры организации	Модель уровней развития («зрелости») системы управления проектами в организации, 2-е издание (Organizational project management maturity model (OPM3 [®]), 2 nd edition)	Действует

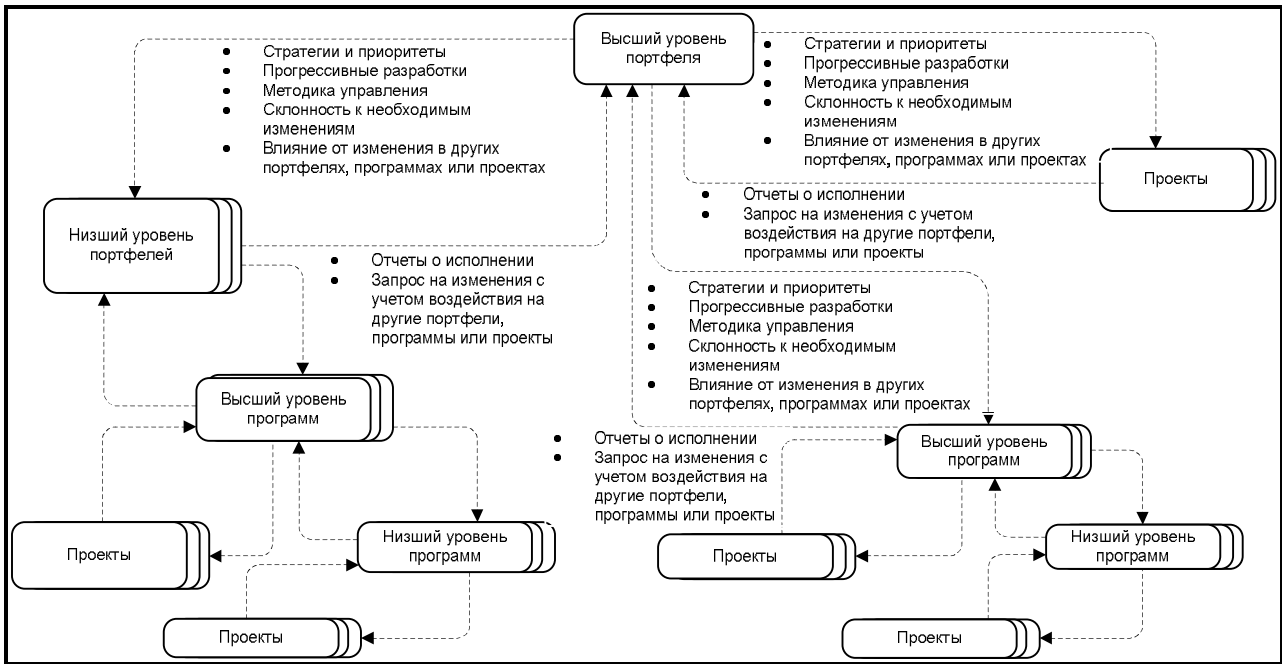


Рис. 1. Связи между управлением портфелями, управлением программами и управлением проектами

Организационное планирование оказывает влияние на проекты посредством установления приоритетов проектов на основании рисков, финансирования и стратегического плана организации [18, с. 20]. Организационное планирование может направлять финансирование и поддержку составляющих проектов на основе категорий рисков, определенных направлений деятельности или общих типов проектов, таких как улучшение инфраструктуры или внутренних процессов.

Отметим, что как указано в PMBOK Guide, к проектам, программам и портфелям применяются различные подходы. Методология управления отдельным проектом предоставляет организациям инструментарий, достаточный для управления отдельно взятым проектом. Управление же портфелем проектов подразумевает как проведение анализа всех проектов организации по отдельности, так и проведение анализа характеристик всей совокупности проектов, реализуемых в организации, что позволяет учитывать риски совместной реализации проектов и формировать сбалансированные портфели. Последнее необходимо для формирования эффективного механизма реализации стратегических целей организации.

Следовательно, портфель проектов является объективным результатом процесса стратегического планирования, при этом совокупности стратегических целей организации соответствует портфель проектов (рис. 2).

Каждый проект, входящий в состав портфеля, является объектом управления и обладает рядом характеристик, уточнение и формализация которых представлена в работе. Совокупность проектов организации, или портфель проектов, также является объектом управления и обладает такими параметрами, как доходность, риск, время реализации, требуемые ресурсы и т.д. При этом реализация каждого проекта влияет на ход реализации других проектов, входящих в портфель, и тем самым оказывает влияние на параметры всего портфеля проектов. Учитывая безусловную значимость характеристик каждого из проектов, входящих

в состав портфеля, отметим, что стратегическая конкурентоспособность и развитие организации зависит от характеристик всего портфеля проектов.

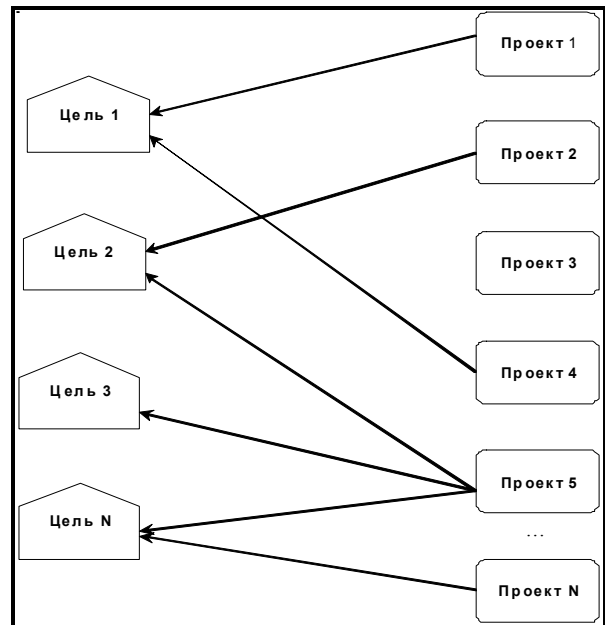


Рис. 2. Стратегические цели организации и портфель проектов

Следует отметить, что в настоящее время для формирования портфеля проектов разработано множество различных подходов. Одни при выборе проектов используют количественные показатели, другие – качественные. Существующие инструменты управления портфелем проектов можно разделить на три группы.

1. Экономико-математическое моделирование. Как правило, используются методы управления портфелем проектов, который максимизируют его стоимость при ограниченных ресурсах с применением методов математического программирования. Однако в подавляющем большинстве мо-

- делей не уделяется достаточное внимание балансировке портфеля и его соответствия стратегии организации.
2. Так называемые классические инструменты управления портфелем, которые включают сравнительные таблицы, модели скоринга и сортировки. Данные методы максимизируют стоимость портфеля, как через финансовые, так и через нефинансовые показатели.
 3. Графические инструменты управления портфелем, которые представляют собой графики и диаграммы, с помощью которых можно составить сбалансированный портфель. Как правило, для поиска равновесия используются диаграммы с двумя осями: например, риска и доходности, вероятности успеха и стоимости. Также используются пузырьковые диаграммы и эллипсы. С помощью графиков можно визуализировать множество критериев формирования портфеля, но нельзя расположить проекты по приоритетам.

Инструменты второй и третьей группы рекомендованы The standard for portfolio management и методология их использования рассмотрена достаточно подробно. Однако, как отмечают многие эксперты и исследователи, методы управления портфелем проектов на сегодняшний день являются наименее развитой областью управления проектами и требуют дальнейшей проработки.

Результаты анализа специфики управления портфелями проектов и возможности использования известных механизмов управления позволяют сделать вывод, что актуальным является решение следующих теоретических задач управления портфелями проектов:

- оценка эффективности проектов с точки зрения достижения стратегических целей организации;
- формирование эффективного портфеля проектов;
- планирование процесса реализации портфеля проектов, в том числе, с учетом возможностей оптимизации финансовых потоков;
- распределение ресурсов организации между проектами портфеля;
- оперативное управление портфелем проектов с учетом изменяющихся внешних условий и целей организации.

Сложнее дело обстоит с критерием эффективности. Фактически имеется многокритериальная задача принятия решений, в которой специфика портфелей проектов отражается тем, что, во-первых, не всегда руководитель способен сформулировать четко свои предпочтения, а во-вторых, может существовать несколько различных (несовпадающих) мнений относительно того, какой портфель проектов считать более эффективным. Последний эффект обусловлен тем, что любая организация является сложной системой, однозначно описать цели которой с позиций одного субъекта не всегда удается. Кроме того, любая организация состоит из множества агентов (руководителей, подразделений, сотрудников), представления которых о том, «что такое хорошо, и что такое плохо», могут быть различными как в силу несовпадения их интересов, так и в силу отличий в опыте, квалификации и т.д.

Таким образом, поскольку организации объективно сталкиваются с управлением портфелем проектов, актуальность работы обуславливается недостаточной разработанностью экономико-математических методов управления портфелями проектов, применение которых необходимо для получения организациями стратегических конкурентных преимуществ, обеспечения успешного функционирования и развития. При этом целесообразно применение основных подходов современной теории портфельных инвестиций к области управления портфелем проектов, поскольку классическая задача названной теории – задача формирования

эффективных портфелей ценных бумаг – может быть представлена как частный случай задачи формирования портфелей проектов.

Переломным моментом развития теории портфельных инвестиций был выход в 1952 г. статьи Г. Марковица, посвященной диверсификации рисков, в которой была поставлена и решена вышеназванная задача. Основные постулаты статьи изменили принципиальную концепцию инвестиций в ценные бумаги. Вместо того, чтобы анализировать доходность каждой ценной бумаги, торгуемой на рынке, и вкладывать в «лучшие из них» (обладающие наибольшей доходностью), новый подход предполагал анализ соотношения «риск – доходность» каждого актива, определение характера взаимовлияния активов в портфеле. Целесообразность принятия решений определяется здесь на основе характеристик всей совокупности ценных бумаг в портфеле. При этом предполагается анализ не только общей доходности портфеля ценных бумаг, но и риска, которым обладает тот или иной портфель при заданном уровне доходности. Применение на практике этих подходов позволило значительно снизить риски при инвестициях в ценные бумаги за счет эффекта диверсификации.

Из теории и практики управления известна необходимость диверсификации бизнеса; уже более полувек диверсификация считается основой финансовой стабильности предприятий. Когда речь идет о диверсификации бизнеса, чаще всего упоминается понятие риска. Понятие риска является основополагающим в экономике и бизнесе. При управлении проектами анализ риска играет важнейшую роль, так как проект – это всегда создание чего-либо нового, уникального, зачастую еще и прибыльного, а прибыль всегда связана с риском. Анализ соотношения «риск – доходность» в явной или неявной форме присутствует при принятии любого управленческого решения. Правильная оценка риска позволяет предотвращать негативные проблемные ситуации либо разрабатывать результативные методы реакции на них.

Отметим, что инвестиции в портфель ценных бумаг можно рассматривать как частный случай портфеля проектов. Инвестиция в ценную бумагу – это временное и уникальное мероприятие (следовательно, подходящее под определение проекта). Поэтому при должной модификации применение основных подходов и концепций современной теории портфельных инвестиций к новой области – а именно области управления портфелем проектов, позволит разработать экономико-математические методы, применение которых, как и в случае с ценными бумагами, будет способствовать снижению рисков и диверсификации бизнеса организаций.

Перечисленные выше факторы обуславливают целесообразность обобщения классической задачи Г. Марковица и ее применения в сфере реальной экономики. Для этого требуется разработка экономико-математических методов формирования эффективных портфелей проектов.

Методы управления портфелем проектов, основанные на базовых положениях современной теории портфельных инвестиций, являются эффективным инструментом достижения стратегических целей организации. Их использование предполагает анализ соотношения риска и доходности портфеля проектов, что обеспечивает формирование сбалансированного портфеля про-

ектов в условиях ограниченности ресурсов. При этом применение предлагаемых в работе методов позволит представителю бизнес-сообщества систематически учитывать фактор усиления тенденций клиентоориентированности бизнеса и фактор временного характера конкурентных преимуществ, которые необходимо учитывать для обеспечения устойчивого развития бизнеса.

Таблица 2

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТА

Характеристика	Описание
Минимальные требуемые инвестиции в проект W_i	W_i – минимальные требуемые инвестиции в i -й проект
Чистый приведенный доход NPV	NPV_i – ожидаемый чистый приведенный доход от i -го проекта. Очевидно, что чистый приведенный доход является случайной величиной, поскольку зависит от рисков событий. В качестве базового значения NPV рассматривается предполагаемое (ожидаемое) NPV , полученное из расчета благоприятного развития проекта, то есть без учета последствий возможных рисков событий
Ресурсоемкость проекта HR_i	Зачастую организации не могут реализовывать проекты по причине нехватки человеческих ресурсов заданного уровня компетентности, что и обуславливает введение характеристики HR_i , или ресурсоемкости i -го проекта
Время реализации проекта T_i	T_i показывает ожидаемое время реализации i -го проекта
«Обязательность» проекта Obl_i	Обязательными называются проекты, необходимость включения в портфель которых обусловлена законодательными и нормативными требованиями, или требованиями регулирующих органов (если $Obl_i = 1$ проект должен быть включен в портфель проектов, если $Obl_i = 0$ включение проекта не является обязательным)
Индекс соответствия стратегическим целям организации Str_i	Str_i – индекс соответствия стратегическим целям организации. Соответствие стратегическим целям организации является одним из критических факторов успеха проекта (измеряется в баллах, от нуля до десяти)
Риск проекта $U_i(w)$	Риск проекта – это случайная величина $U_i(w)$, описывающая влияние возможных рисков событий на результат проекта, (подробное описание приведено далее (измеряется в баллах от нуля до десяти)
Взаимозависимость проектов Inf_i	$Inf_i = \{Inf_{ij}\}$ – вектор влияния i -го проекта на j -й проект
Индекс «Развитие персонала» Hrd_i	Показатель учитывает, насколько привлекательна реализация проекта в компании с точки зрения повышения компетентности персонала (измеряется в баллах от нуля до десяти)
Индекс улучшения качества бизнес-процессов в организации Bp_i	В настоящее время реализуется множество проектов, направленных на улучшение бизнес-процессов компании; результат таких проектов не просто выразить в финансовых показателях, и влияние проектов на внутренние бизнес-процессы компании целесообразно учитывать в отдельном показателе (измеряется в баллах от нуля до десяти)
Индекс улучшения имиджа организации Im_i	Этот показатель позволяет учитывать влияние проекта на имидж организации (измеряется в баллах от нуля до десяти)

На основании результатов анализа современной методологии управления проектами, теории управления рисками, финансового анализа, современной теории портфельных инвестиций были выделены следующие характеристики проекта, позволяющие представить проекта как вектор характеристик и, тем самым формализовать проект как объект, входящий в состав портфеля. Пусть P_i – проект, реализуемый в рамках организации и, соответственно, входящий в портфель проектов. Тогда для каждого проекта P целесообразно использовать следующие характеристики, представленные в табл. 2.

Таким образом, проект P_i может быть определен как вектор значений (1):

$$P_i = \{W_i, NPV_i, HR_i, T_i, U_i(w), \{Inf_{ij}\}, Obl_i, Str_i, Hrd_i, Im_i, Bp_i\}. \quad (1)$$

Несомненно, что в качестве базовых показателей для определения привлекательности проекта можно использовать NPV , ROI и другие, которые отражают экономическую эффективность проекта. В то же время необходимо отметить, что проектная деятельность значительно шире, чем деятельность инвестиционная, и хотя для некоторых проектов показатель NPV может являться достаточным для принятия решения о проекте, можно заключить, что нецелесообразно принимать решения о проекте только на основе показателя NPV или ROI . У некоторых проектов NPV посчитать практически невозможно, например, у проектов внедрения информационных систем. С другой стороны, проект может быть экономически привлекателен, но при этом не соответствовать стратегическим целям организации. Поэтому принятие решения о проекте только на основе анализа показателя NPV может не быть взвешенным.

Для принятия эффективных решений о проекте целесообразно использовать более общий показатель, являющийся мерой привлекательности проекта – полезность проекта $Y(P)$. Полезность может учитывать аспекты проектов, которые невозможно измерить при помощи финансовых показателей, и которые, несомненно, влияют на формирование портфеля проектов.

Выделим основные факторы, определяющие полезность проекта в независимости от типа организации, в которой они реализуются.

1. Финансовый результат измеряется при помощи показателя NPV ;
2. Развитие персонала измеряется при помощи индекса развития персонала Hd (в баллах от нуля до десяти);
3. Улучшение имиджа организации измеряется при помощи индекса Im (в баллах от нуля до десяти);
4. Улучшение качества бизнес-процессов и, как следствие, улучшение качества услуг BPI измеряется в баллах от нуля до десяти.

Функция полезности может быть представлена следующим образом (2):

$$Y(P) = F(NPV, HRd, Im, BPI) \quad (2)$$

и измеряется в условных единицах (которые иногда называют ютилами). Ее применение позволяет определить привлекательность проектов, экономическая целесообразность которых не может быть представлена в явном виде.

Значимость факторов, определяющих полезность проекта предлагается оценивать по правилу Фишберна. Если система показателей проранжирована в порядке убывания их значимости, то значимость k -го показателя r_k по правилу Фишберна рассчитывается по формуле (3):

$$r_k = \frac{2(N - k + 1)}{(N + 1)N}, \quad (3)$$

где

N – количество факторов;

i – ранг фактора.

Правило Фишберна отражает тот факт, что об уровне значимости показателей неизвестно ничего кроме ранга фактора. Тогда оценка (3) отвечает максимум энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования.

При этом необходимо отметить, что полезность портфеля проектов не может быть получена путем сложения полезностей проектов, входящих в портфель. Это следует из общей теории полезности [6, с. 23]. При определении полезности портфеля проектов необходимо учитывать взаимозависимость проектов, входящих в портфель и определять полезность портфеля, одновременно анализируя все входящие в него проекты.

Для того чтобы применить основные подходы современной теории портфельных инвестиций к области управления проектами, требуется формализация риска проекта.

Риски проекта характеризуются в том числе величиной ущерба, который наносит проекту реализация того или иного рискованного события: величину ущерба от наступления события w можно задать в виде доли $U(w)$ от расчетного (без учета рисков) значения NPV . Влияние рисков предполагаем мультипликативным, т.е. при реализации риска w и при отсутствии прочих рисков событий вместо расчетного значения NPV инвестор получает $(1 - U(w)) \cdot NPV$. Например, если риск w соответствует повышению ставки по необходимым для реализации проекта кредитам и приводит к 30% потерям от приведенного дохода, то $U(w) = 0,3$ и $(1 - U(w)) = 0,7$. Допустимы и отрицательные значения величины $(1 - U(w))$, они соответствуют рискам, которые приводят к потерям при реализации проекта.

Таким образом, риск проекта будем трактовать как случайную величину, заданную на пространстве элементарных рисков событий Ω и характеризующую влияние рискованного события на результат проекта. Случайная величина в простейшем случае определяется вероятностью $P(w)$ наступления рискованного события и значением $U(w)$ соответствующего ущерба. Если реализуются одновременно два и более рискованных события, то величина совокупного ущерба зависит от характера взаимовлияния рисков.

Рассмотрим следующие варианты названного взаимовлияния. Обозначим через w_{ij} рискованное событие, состоящее в том, что реализуются одновременно события w_i и w_j .

1. Риски w_i и w_j будем называть аддитивными, если:

$$U(w_{ij}) = U(w_i) + U(w_j).$$

Типичный пример такой ситуации доставляют риски сбоя в поставках оборудования, материалов или услуг, приводящие к необходимости менять контрагентов-поставщиков, следствием чего является повышение цены на необходимый для реализации проекта товар. Сбой в поставках от двух поставщиков одновременно приводит к ущербу, равному сумме ущербов от каждого из двух рискованных событий.

2. Будем говорить, что риски w_i и w_j взаимно усиливают друг друга, если $U(w_{ij}) = \alpha(U(w_i) + U(w_j))$, $\alpha > 1$, и взаимно ослабляют, если $\alpha < 1$.

Большая часть рисков принадлежит именно к указанной группе. Реализация двух и более разнородных рискованных событий может привести к гораздо большему ущербу, чем сумма ущербов от отдельных рискованных событий, вплоть до приостановки проекта.

3. Если при наступлении двух событий w_i и w_j результат от события w_i делает бессмысленным учет события w_j , то риск w_i назовем поглощающим по отношению к w_j , в этом случае:

$$U(w_{ij}) = U(w_i) = \max\{U(w_i), U(w_j)\}.$$

Детально исследуем ситуацию, определяемая следующим предположением.

Предположение 1

В рамках группы независимых рисков вероятность реализации трех и более рискованных событий пренебрежимо мала и может полагаться равной нулю.

Рассмотрим теперь произвольное возможное (в рамках предположения 1) элементарное событие w^* . Как говорилось ранее, любому проекту сопоставлен набор рискованных событий w_1, w_2, \dots, w_k .

Среди указанных рисков выделим независимые, т.е. реализация которых не зависит от того, осуществляются другие возможные рискованные события или нет. В реальных ситуациях к таким рискам можно отнести «внешние» по отношению к содержанию проекта риски:

- риск изменения процентных ставок;
- риск неблагоприятных погодных условий и др.

Не ограничивая общности, полагаем, что эти риски имеют номера $1, \dots, K_1$. Зависимые между собой риски объединим в группы таким образом, что риски из различных групп можно считать независимыми.

Не ограничивая общности, будем предполагать, что такая группа независимых между собой рисков лишь одна. Приводимые ниже построения легко переносятся на случай двух и более указанных групп.

Суммируя сказанное, имеем K_1 независимых рискованных событий w_1, w_2, \dots, w_{K_1} и группу $w_{K_1+1}, w_{K_1+2}, \dots, w_K$ зависимых между собой рисков. Предположим, что в группе зависимых рисков реализуется лишь один риск w_n ($n > K_1$). Вероятность такого события обозначим P_n . В этом случае вероятность события $P(w^*)$ определяется равенством (4):

$$P(w^*) = P(w_1) \cdot P(w_2) \cdot \dots \cdot P(w_{K_1}) \cdot P_n. \quad (4)$$

Множество элементарных событий описанного вида обозначим символом Ω^* .

В случае, когда элементарное событие w^{**} таково, что во второй группе рисков реализуется два зависимых рискованных события w_k и w_m , ($k, m > K_1$), имеем равенство (5):

$$P(w^{**}) = P(w_1) \cdot P(w_2) \cdot \dots \cdot P(w_{K_1}) \cdot P_{k,m}. \quad (5)$$

Для множества таких событий примем обозначение – Ω^{**} .

По построению имеем равенство (6):

$$\sum_{w \in \Omega} P(w) = 1. \quad (6)$$

В ходе исследования была определена случайная величина, описывающая влияние возможных рискованных событий на результат проекта, которая и трактуется как совокупный риск проекта, что позволило проводить сравнительный анализ проектов по критерию риска.

Взаимовлияние проектов A и B может быть определено через изменение совокупных рисков проектов при

их одновременной реализации. Если совокупные риски остаются неизменными – проекты независимы, если совокупные риски проектов либо уменьшаются, либо увеличиваются – проекты взаимозависимы. Для того чтобы формализовать взаимозависимость проектов, входящих в портфель, необходимо определить матрицу рисков взаимной реализации проектов.

Риск взаимной реализации проектов i и j ρ_{ij} определяется экспертным путем и представляет собой величину, принимающую значение на отрезке [-1; 1]. При этом если $\rho_{ij} = 0$ – проекты являются независимыми, если $\rho_{ij} = 1$ – проекты, как правило, являются взаимоисключающими, если $\rho_{ij} = -1$ – взаимодополняющими. Очевидно, что ρ_{ij} представляет собой аналог коэффициента корреляции. Определение матрицы рисков взаимовлияния проектов является необходимым для построения адекватной модели формирования эффективных портфелей проектов, поскольку взаимное влияние проектов, включаемых в портфель, должно учитываться при определении риска портфеля проектов.

Матрица ρ_{ij} задается экспертным путем, что делает возможным определение значений ковариации, и, следовательно, определение риска портфеля проектов.

Портфель проектов – совокупность разнообразных проектов, выполняемых в интересах одной или нескольких организаций (компаний) и, как правило, имеющих общие ограничения по ресурсам. Все проекты в рамках одной организации могут быть рассмотрены как портфель проектов.

Пусть портфель составлен из L проектов с номерами, образующими множество $J = \{i_1, \dots, i_L\}$.

Если NPV_i – расчетное значение чистого приведенного дохода i -го проекта, а $U_i(w)$ – коэффициент совокупного риска, то приведенный доход портфеля проектов является случайной величиной и определяется по формуле (7):

$$NPV_p = \sum_{i \in J} U_i(w) * NPV_i. \quad (7)$$

Здесь через w снова обозначено случайное событие, которое характеризует риски всех проектов портфеля одновременно. Полное вероятностное описание такой случайной величины достаточно громоздко ввиду большого числа возможных вариантов сочетаний различных комбинаций рисков.

В то же время для расчета математического ожидания $E[NVP_p]$ и среднего квадратичного отклонения $\sigma[NVP_p]$ этого и не требуется.

Достаточно определить вероятности совместного осуществления рисков событий из различных проектов α_k^i и α_k^j , где индексы i и j обозначают номера проектов, а k и m – номера рисков в соответствующих проектах. Символ w заменен на α , чтобы подчеркнуть, что в число рассматриваемых рисков здесь включены и составные риски, объединяющие два простых, исходных риска. Эти вероятности обозначим символами $P_{k,m}^{i,j}$.

Заметим, что определение указанных вероятностей упрощается ввиду большого количества независимых (специфических для отдельных проектов) рисков, а также одних и тех же, присущих всем проектам одновременно.

В соответствии со свойствами математического ожидания имеем¹

¹ Если в качестве характеристики экономической привлекательности проекта взят показатель «полезность проекта», доход и риск портфеля проектов определяются аналогичным образом, что и в случае с NPV .

$$E[NPV_p] = \sum_{i \in J} U_i(\alpha^i) NPV_i = \sum_{i \in J} E[U_i(\alpha^i)] NPV_i. \quad (8)$$

Величина $E[NVP_p]$, определяемая соотношением (4), трактуется как ожидаемый приведенный доход портфеля проектов.

Риск портфеля проектов, согласно подходу теории портфельных инвестиций, будем трактовать как среднеквадратическое отклонение приведенного дохода портфеля проектов.

Для определения величины $\sigma[NVP_p]$ обозначим символом q_j вектор-столбец, компонентами которого являются значения NPV_i , где $i = i_1, \dots, i_L, (i \in J)$.

Коэффициенты ковариации соответствующих случайных величин определяются равенствами (9), $i, j \in J$:

$$\begin{aligned} cov(U_i(\alpha^i), U_j(\alpha^j)) &= \\ &= \sum_{k,m} P_{k,m}^{i,j} \{U_i(\alpha_k^i) - E[U_i]\} \{U_j(\alpha_m^j) - E[U_j]\}. \end{aligned} \quad (9)$$

Для определения риска портфеля проектов с зависимыми проектами вспомним формулу (10):

$$\rho_{ij} = \frac{cov(U_i(w), U_j(w))}{\sigma_i \sigma_j}, \quad (10)$$

где $\sigma_i = \sigma(U_i(\alpha^i))$.

Очевидно, что тогда риск портфеля проекта может быть представлен формулой (11):

$$\sigma^2 = \sum_{i,j \in J} NPV_i NPV_j cov(U_i(\alpha^i), U_j(\alpha^j)) \quad (11)$$

С учетом введенных обозначений имеем выражение (12):

$$\sigma^2 [NPV_p] = q_j^T V_j q_j, \quad (12)$$

где через V_j обозначена матрица ковариаций для набора случайных величин $U_k(\alpha^k)$ с номерами $k \in J$, отвечающими выбранному портфелю проектов.

Развивая подход Г. Марковица, эффективным портфелем проектов будем называть такой портфель P^* :

$$J^* = \{i_1^*, \dots, i_L^*\},$$

для которого не существует допустимого портфеля P : $J = \{i_1, \dots, i_m\}$ со свойствами (13)-(14):

$$E[NPV_P] \geq E[NPV_{P^*}], \quad (13)$$

$$\sigma [NPV_P] \leq \sigma [NPV_{P^*}], \quad (14)$$

где по крайней мере одно из неравенств – строгое.

Последнее определение выражает свойство неуплучшаемости эффективного портфеля.

Рассмотрим постановку задачи формирования эффективного портфеля проектов в простейшем случае, когда критерием эффективности проекта является показатель NPV и для всех проектов построены вероятностные пространства рисков событий. Как отмечалось выше, не все проекты могут быть объективно оценены с помощью показателя NPV , в общем случае целесообразно использовать полезность проекта как основной показатель, при помощи которого можно оценить привлекательность проекта.

Предположим, что у организации определены:

- стратегические цели, которые можно представить в виде вектора $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, где S_i – i -я стратегическая цель организации;
- бюджет B , который организация имеет возможность инвестировать в проекты;

- показатель HR – общий объем человеческих ресурсов (измеряемый в человеко-часах на момент формирования портфеля проектов)²;
- риски, которые могут повлиять на организацию.

Предположим, что задано множество P рассматриваемых проектов. Для каждого проекта, согласно характеристикам, определенным в табл. 2, заданы следующие нижеперечисленные показатели:

- расчетное значение NPV ;
- совокупный риск проекта $U(w)$;
- индекс соответствия стратегическим целям Str_i ;
- минимальные требуемые инвестиции W_i ;
- требования по количеству человеческих ресурсов HR_i ;
- обязательность проекта – вектор, состоящий из нулей и единиц $Obl = \{1, \dots, 0, \dots, 1\}$, где 1_k означает, что k -й проект должен быть обязательно включен в портфель, 0_j – j -й проект не является обязательным;
- построено вероятностное пространство рисков событий портфеля проектов.

Постановка задачи может быть сформулирована следующим образом: на основе исходных данных сформировать эффективный портфель проектов, т.е. портфель, в максимальной степени соответствующий стратегическим целям организации и обладающий свойствами неухудшаемости по характеристикам «полезность» и «риск».

В первую очередь необходимо определить подмножество P_p возможных портфелей проектов. Как говорилось выше, портфель проектов будем ассоциировать с вектором J , состоящим из нулей и единиц (размерность вектора соответствует количеству проектов в множестве рассматриваемых проектов), где единица на i -м месте означает, что i -й проект включается в портфель, ноль на j -м месте означает, что j -й проект не включается в портфель.

Предположение 2

Множество возможных портфелей проектов P_p конечно и ограничено бюджетом организации и возможностью выделить на проект персонал требуемой компетентности.

Таким образом, множество возможных портфелей проектов P_p обладает следующими свойствами (15):

$$\begin{cases} \sum_i W_i \leq B; \\ \sum_i HR_i \leq HR; \\ P_p \subset P. \end{cases} \quad (15)$$

Предположение 3

Обязательные проекты по умолчанию считаются включенными в портфель.

Таким образом, эффективный портфель проектов выбирается из конечно числа портфелей J_i и может быть определен методом перебора.

Утверждение 1

Эффективный портфель проектов в максимально возможной степени соответствует стратегическим целям организации.

Из множества возможных проектов P_p необходимо выявить портфели, имеющие наибольшее значение индекса соответствия стратегическим целям. $Str(J_k)$.

² Предположим, что человеческие ресурсы однородны. В более общем случае их необходимо разделять на классы в соответствии с компетентностью специалистов.

Множество таких портфелей обозначим P_s . Множество P_s обладает следующими свойствами (16):

$$\begin{cases} \sum_i W_i \leq B; \\ \sum_i HR_i \leq HR; \\ P_s \subset P_p; \\ Str(J, J \in P_s) > Str(J, J \notin P_s). \end{cases} \quad (16)$$

Далее для каждого портфеля из множества портфелей из множества P_s определяем значения NPV и риска портфеля $U(w)$.

Таким образом, получаем множество $P^* = \{J_k\}$ эффективных портфелей, которые обладают следующими свойствами:

$$\begin{cases} \sum_i W_i \leq B; \\ \sum_i HR_i \leq HR; \\ P^* \subset P_s; \\ NPV(J_k, J_k \in P^*) \geq NPV(J_k, J_k \notin P^*); \\ \sigma(J_k, J_k \in P) \leq \sigma(J_k, J_k \notin P). \end{cases} \quad (17)$$

Предложенная модель и алгоритм формирования эффективных портфелей проектов апробированы в нескольких инвестиционных и финансовых институтах. Множество рассматриваемых проектов и их характеристики приведены в табл. 3.

Таблица 3

МНОЖЕСТВО РАССМАТРИВАЕМЫХ ПРОЕКТОВ.

Проект	W_i	HR_i	Str_i	HRd_i	NPV_i	Im_i	Bp_i	Obl	T_i	Y_i
Внедрение СМИБ ISO 27001:2005	600	A	8	10	-	9	10	0	9	29
«Лизинг»	50	B	7	6	200	5	5	0	12	18
«Факторинг»	50	B	7	8	100	7	7	0	12	23
Открытие дополнительного офиса		C	6	3	100	7	6	0	12	17
Внедрение системы корпоративного управления	600	D	10	9	-	10	5	0	12	24
Внедрение системы бюджетирования	400	D	10	9	-	0	7	0	12	16

Для определения совокупного риска каждого из проекта строится соответствующая функция распределения.

Далее, исходя из ограничений по ресурсам, было определено множество возможных портфелей проектов (табл. 4).

Таблица 4

МНОЖЕСТВО ВОЗМОЖНЫХ ПОРТФЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ

Состав портфеля проектов	Бюджет портфеля	Индекс соответствия стратегическим целям
{1,1,1,1,1,0}	1 700	38
{1,1,1,1,0,1}	1 400	38
{1,1,1,0,1,1}	1 500	42
{1,0,0,1,1,1}	1 800	34
{0,1,1,1,1,1}	1 600	40
{1,1,0,0,1,1}	1 400	35
{1,0,1,0,1,1}	1 400	35

В рассматриваемом примере матрица ρ_{ij} (матрица рисков взаимной реализации) выглядит следующим образом:

$$\rho_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0 & -0,1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 \\ 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0 \end{pmatrix}$$

Таким образом были получены характеристики каждого из портфелей рассматриваемого множества (табл. 5):

Таблица 5

ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОЖЕСТВА ВОЗМОЖНЫХ ПОРТФЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ

Номер портфеля	Состав портфеля проектов	Ожидаемая полезность портфеля	Риск портфеля
1	{1,1,1,1,1,0}	93,39	9,17
2	{1,1,1,1,0,1}	86,23	8,76
3	{1,1,1,0,1,1}	92,56	9,89
4	{1,0,0,1,1,1}	73,28	8,32
5	{0,1,1,1,1,1}	86,37	8,59
7	{1,1,0,0,1,1}	71,86	8,78
14	{1,0,1,0,1,1}	63,99	8,78

Множество эффективных портфелей может быть представлено следующим образом (рис. 3).

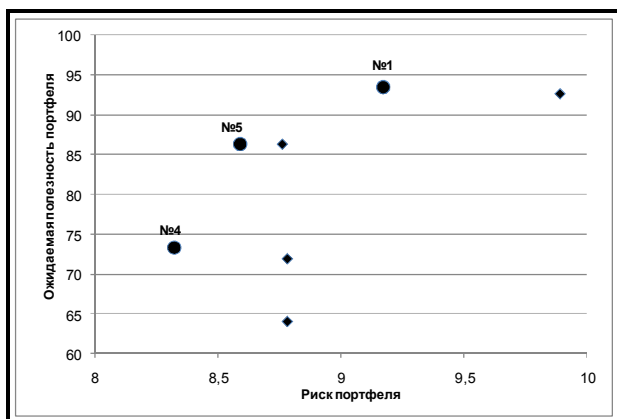


Рис. 3. Множество эффективных портфелей проектов

Таким образом при заданных ограничениях по бюджету и по использованию человеческих ресурсов эффективными являются следующие портфели проектов:

- 1 – {1,1,1,1,1,0};
- 4 – {1,0,0,1,1,1};
- 5 – {0,1,1,1,1,1}.

Тот факт, что портфель 1 является эффективным, во многом может быть объяснен тем, что в него не входит проект 1. Этот проект обладает наименьшим значением полезности при значительном риске. Именно поэтому, в условиях заданных ограничений, исключение этого проекта и сделало портфель эффективным. Портфель проектов 4 не содержит два проекта, взаимная реализация которых увеличивает риски каждого из них, следовательно, увеличивает риски портфеля проектов. Исключение проекта внедрения системы менеджмента информационной безопасности в портфеле 5 объясняется тем, что этот проект имеет наибольший риск.

ВЫВОДЫ

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Реализация портфелей проектов может служить эффективным инструментом достижения стратегических целей организации. Применение этого инструмента способствует повышению эффективности работы российских предприятий и росту их конкурентоспособности.
2. При формировании портфелей проектов целесообразно использовать основные подходы теории портфельных инвестиций, с тем, чтобы обеспечить, что реализуемые в организации портфели проектов эффективны, т.е. Парето-оптимальны в координатах «чистый приведенный доход» и «риск».
3. Анализ рисков необходим для эффективного управления портфелем проектов. Риск проекта может быть представлен как случайная величина, построенная на множестве элементарных рисков событий проекта, и агрегирующая их влияние на проект. Математическое ожидание названной случайной величины и среднее квадратическое отклонение характеризуют риск проекта.
4. При формировании портфеля проектов необходимо учитывать взаимовлияние проектов. Взаимовлияние проектов может быть выражено в виде изменений совокупного риска одного проекта при добавлении другого проекта в портфель. Взаимовлияние проектов может быть учтено в матрице рисков взаимной реализации проектов.
5. Поскольку для некоторых проектов определение экономической привлекательности в явном виде не представляется возможным (через NPV), целесообразно использовать более широкий показатель «полезность проекта».
6. Анализ результатов, полученных при апробации модели формирования эффективных портфелей проектов, показывает, что при корректных экспертных оценках показателей проектов, предлагаемая модель адекватна и, соответственно может служить одним из инструментов повышения эффективности управления российскими предприятиями.

Литература

1. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения [Текст] / Р.Л Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
2. Матвеев А.А. и др. Модели и методы управления портфелями проектов [Текст] / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М. : ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
3. Руководство к своду знаний по управлению проектами [Текст]. – 4-е изд. – Pennsylvania : Project Management Institute, Inc., 2008. – 241 с.
4. Управление проектом. Основы проектного управления [Текст] : учеб. / Кол. авт. под ред. проф. М.А. Разу. – М. : КНОРУС, 2006. – 810 с.
5. Chapman C., Ward S.. Project Risk Management. Processes, Techniques and Insights. 2nd ed. – Chichester, UK.: John Wiley & Sons, Inc., 2003 – 408 p.
6. Fishburn P.. The Foundations of Expected Utility. – N.Y., D. Reidel, 1982. – 196 p.
7. Hakkanson N.. Optimal Investment and consumption strategies under risk for a class of utility functions // Econometrica. – 1970. – Vol. 38. – p. 29-55.
8. Harvey A. Levine Project Portfolio Management: A Practical Guide to Selecting Projects, Managing Portfolios, and Maximizing Benefits. – San Francisco.: John Wiley & Sons, Inc., 2005 – 562 p.
9. Kahneman D., Snell J. Predicting Utility. In R.M. Hogarth (Ed.), Insights in Decision Making: A Tribute to Hillel J. Einhorn. – Chicago, IL: University of Chicago Press. – 1990. – pp. 295-310
10. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. – 10th ed. – New-York.: John Wiley & Sons, Inc., 2009. – 1120 p.

11. Markowitz H.M. Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments. 2nd edition – Malden, MA.: Blackwell Publishers, Inc., – 1997. – p. 231
12. Optimizing Corporate Portfolio Management. Aligning Investment Proposals with Organizational Strategy. – New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc., 2007 – 220 p.
13. Organizational Project Management Maturity Model, (OPM3[®]) Knowledge Foundation: Knowledge Foundation. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 190 p.
14. Prigent Jean-Luc. Portfolio Optimization and Performance Analysis. – Boca Raton, FL.: Chapman & Hall/CRC, 2007. – 451 p.
15. Project Manager Competency Development. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2007. – 81 p.
16. Stigler G. The Development of Utility Theory// Journal of Political Economy. – 1950. – Vol.50. – pp.307-327
17. Schwindt C. Resource Allocation in Project Management. – New-Jersey.:Springer, 2005. – 193 p.
18. The Standard for Portfolio Management. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 92 p.
19. The Standard for Program Management. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 124 p.

Ключевые слова

Управление проектами; портфель проектов; современная портфельная теория; полезность проекта; риск проекта; эффективный портфель

Рамазанов Дамир Наилевич

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях мирового финансового и экономического кризиса компании вынуждены постоянно искать новые источники формирования конкурентного преимущества. Успешно реализовывать отдельные проекты и программы в современных условиях уже не достаточно. Поэтому важнейшей задачей становится формирование портфеля проектов, соответствующего стратегическим целям организации в условиях ограниченности ресурсов и высочайшей неопределенности.

Научная новизна и практическая значимость. В статье анализируются современные стандарты управления проектам, который выявил недостаточный уровень проработки инструментария формирования портфелей проектов, реализация которых в привязке со стратегией компании, позволит ей повысить эффективность функционирования. Автор подходит к исследованию комплексно. Особый интерес вызывает использование автором критерия «полезности» проекта для формирования портфеля. Применение данного критерия позволит оценивать проекты с разным экономическим эффектом. Автором также введен метод учета взаимовлияния проектов, входящих в состав портфеля, посредством построения матрицы рисков взаимной реализации проектов. Кроме того, предложен и апробирован алгоритм формирования эффективного портфеля проектов на основе использования современной портфельной теории инвестирования Г. Марковица.

Заключение: рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к публикации.

Карлов В.Г., д.э.н., профессор кафедры экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности, заслуженный деятель науки Республики Башкортостан.

8.8. PORTFOLIO INVESTMENT PROJECTS OPTIMIZATION

D.N. Ramazanov, Post-graduate, Tutor of Dept.

«Economics and Management on oil and Gas Enterprises», Ufa State Petroleum Technical University

Economics Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg)

In the paper is considered modern problems of portfolio projects optimization. It's suggested the concept of application economic and mathematical methods of portfolio projects management as the tool allowing companies to realize strategic targets under limited resources. On basis

of modern portfolio theory it is developed the method of balancing effective portfolio projects. Foundation of this method is optimization model of portfolio projects balancing. Application of proposed methods is allowed to raise effectiveness of financial and investment companies.

Literature

1. R.L. Keeney and H. Raifa, Decisions with Multiple Objectives: Preference and Value. – Moscow: Radio i Svyaz», 1981. – 560 p.
2. A.A. Matveev, D.A. Novikov, A.V. Cvetkov. Models and methods of portfolio management. – Moscow.: PMSOFT, 2005. – 206 p.
3. Project Management. The Basis of project management.: Textbook. /ed. by prof. M.A. Razu. – Moscow.: KNORUS, 2006. – 810 p.
4. A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (Pmbok Guide). 4th ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, Inc., 2008. – 241 p.
5. C. Chapman, S. Ward. Project Risk Management. Processes, Techniques and Insights. 2nd ed. – Chichester, UK.: John Wiley & Sons, Inc., 2003 – 408 p.
6. P. Fishburn. The Foundations of Expected Utility. – N.Y., D. Reidel, 1982. – 196 p.
7. N. Hakkanson. Optimal Investment and consumption strategies under risk for a class of utility functions // Econometrica. – 1970. – Vol. 38. – p. 29-55.
8. A. Harvey, Levine Project Portfolio Management: A Practical Guide to Selecting Projects, Managing Portfolios, and Maximizing Benefits. – San Francisco.: John Wiley & Sons, Inc., 2005 – 562 p.
9. D. Kahneman, J. Snell. Predicting Utility. In R.M. Hogarth (Ed.), Insights in Decision Making: A Tribute to Hillel J. Einhorn. – Chicago, IL: University of Chicago Press. – 1990. – pp. 295-310
10. H. Kerzner. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. – 10th ed. – New-York.: John Wiley & Sons, Inc., 2009. – 1120 p.
11. H.M. Markowitz. Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments. 2nd edition – Malden, MA.: Blackwell Publishers, Inc., – 1997. – p. 231
12. Optimizing Corporate Portfolio Management. Aligning Investment Proposals with Organizational Strategy. – New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc., 2007 – 220 p.
13. Organizational Project Management Maturity Model, (OPM3[®]) Knowledge Foundation: Knowledge Foundation. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 190 p.
14. Prigent Jean-Luc. Portfolio Optimization and Performance Analysis. – Boca Raton, FL.: Chapman & Hall/CRC, 2007. – 451 p.
15. Project Manager Competency Development. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2007. – 81 p.
16. Stigler G. The Development of Utility Theory// Journal of Political Economy. – 1950. – Vol.50. – pp.307-327
17. C. Schwindt. Resource Allocation in Project Management. – New-Jersey.:Springer, 2005. – 193 p.
18. The Standard for Portfolio Management. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 92 p.
19. The Standard for Program Management. 2nd ed. – Pennsylvania.: Project Management Institute, 2008. – 124 p.

Keywords

Project management; projects portfolio; modern portfolio theory; project utility; risk; effective portfolio.