

## 3.2. ФИНАНСОВЫЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ И КОМПЕНСАЦИИ РИСКОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НАУКОЕМКИХ И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОЕКТОВ<sup>1</sup>

Елизарова М.И., к.э.н., с.н.с.;  
Хрусталёв Е.Ю., д.э.н., профессор, в.н.с.;  
Хрусталёв О.Е., к.э.н., с.н.с.

*Центральный экономико-математический институт Российской Академии наук*

В статье показано, что эффективная экономическая защита наукоёмких и высокотехнологических проектов подразумевает управление рисками, которые присущи инновационной научно-технической деятельности, в направлении их снижения и компенсации. В качестве основных методов управления рисковыми ситуациями предлагаются финансовые методы предупреждения и компенсации рисков, среди которых основными являются отказ от риска, снижение риска, передача или принятие риска. На этапе формирования долгосрочного плана выполнения проекта для построения его возможных вариантов разработана модель, основанная на принципе допустимого риска реализации проекта и предполагающая, что показатели риска являются дополнительными критериями (наряду с показателями эффективности и стоимости), подлежащими учету при формировании оптимальных вариантов развития наукоёмкой и высокотехнологической продукции. Выбор конкретного варианта и его реализация базируются на принципе сбалансированности процессов разработки наукоёмкой и высокотехнологической продукции и предполагает наличие специального финансового фонда риска. Формирование и выбор вариантов плана реализации проекта осуществляется в виде двухстадийной процедуры. На первой стадии варианты формируются классическим методом по критерию эффективность-стоимость, показатели риска выступают при этом в качестве индикаторов качества вариантов. На второй стадии осуществляется управление риском за счет использования резерва для наиболее рискованных проектов. Предложенный в статье метод многовариантного управления планом осуществления проекта заключается в том, что варианты, разработанные на этапе формирования долгосрочного плана, дополняются возможными отклонениями от программной траектории с учетом использования финансового фонда риска.

### ВВЕДЕНИЕ

Методы и модели оценки рисков позволяют рассчитать их показатели как для каждого отдельного проекта, который потенциально может быть включен в формируемый вариант плана развития наукоёмкой и высокотехнологической продукции (НВП) различного назначения, так и для варианта плана в целом [5-9]. Важнейшей задачей разработчиков и координаторов плана является учет рисков, управление ими и их снижение (компенсация) в процессе формирования вариантов и реализации принятого варианта.

В качестве основных методов учета и снижения риска и управления рисковыми ситуациями предлагаются:

- финансовые методы предупреждения и компенсации рисков;
- на этапе формирования долгосрочного плана: априорный метод (при формировании вариантов плана), апостериорный метод (при выборе варианта и реализации принятого варианта);

- на этапе формирования краткосрочного плана – метод многовариантного управления планом.

### Финансирование затрат на экономическую защиту программ и проектов создания и производства НВП

Экономическая защита наукоёмких и высокотехнологических программ и проектов подразумевает управление рисками, которые присущи инновационной научно-технической деятельности [1, 2, 10, 16]. Важнейшими методами воздействия на риски являются: отказ от риска, снижение риска, передача риска, принятие риска.

*Метод отказа от риска* заключается в ликвидации причины возникновения ущерба. При анализе жизненного цикла инвестиционных проектов в области создания и производства НВП выявляются наиболее рискованные этапы его реализации. Далее оценивается возможность создания условий, при которых риск возникновения ущерба сводится к минимальному значению. Здесь может быть проведена реструктуризация, реконструкция или техническое перевооружение предприятий наукоёмкого и высокотехнологического сектора экономики, переоборудование, строительство новых объектов и иные организационно-технические мероприятия [4, 11, 18]. Если потребность в финансовых средствах на проведение этих мероприятий превышает затраты на перенос части жизненного цикла инвестиционного проекта на другие предприятия, то следует отказаться от проведения работ наиболее рискованного этапа проекта. Этот метод применяется в отношении катастрофических рисков, вероятность наступления которых превышает пороговые значения. Для расчета объемов финансирования методика отказа от риска предусматривает определение пороговых значений вероятности наступления рисков, устанавливается размер возможного ущерба, рассчитывается потребность в объемах финансировании мероприятий по минимизации рисков, анализируется возможность размещения рискованных процессов инвестиционного проекта на иных площадках. Финансирование мероприятий по минимизации этой группы рисков является важнейшей частью государственных инновационно-ориентированных научно-технических и технологических программ или проектов [14].

*Метод снижения рисков* целесообразно применять в тех случаях, когда величина возможного ущерба незначительна, а его вероятность достаточно большая. Метод предусматривает проведение предупредительных мероприятий, направленных на снижение рисков, а так же их диверсификации. Метод диверсификации заключается в создании таких ситуаций, когда реализация единичного риска не приводит к серии негативных для проекта событий. По возможности необходимо дублировать производство новых видов НВП, что бы в случае неудачи при испытаниях можно было снизить потери времени на восстановление ситуации.

Этот метод требует привлечения дополнительных финансовых ресурсов для изготовления резервных экземпляров НВП и организации проведения мероприятий по диверсификации производств.

<sup>1</sup> Статья подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №15-06-00702-а).

*Метод передачи рисков* представляет собой передачу ответственности за наступление риска и возмещение ущерба другим организациям, таким как страховые компании, коммерческие банки, которые снижают наступление финансовых рисков, фиксируя процентную ставку по кредиту в длительном периоде, специально созданные предприятия и организации, которые принимают на себя обязательства по возмещению возникшего ущерба и др.

Страховой фонд формируется в страховых организациях за счет страховых премий, внесенных страхователями.

*Метод принятия риска* применяется в случае, если ущерб и вероятность его наступления незначительны, а затраты на диверсификацию производства несоизмеримы с возможными потерями. В этом случае предприятие соглашается с возможными потерями и выбирает меры предприятия по их минимизации. К числу рисков, которые могут принять предприятия наукоемкой и высокотехнологической промышленности, относятся часть производственных, коммерческих и финансовых рисков. Основными инструментами данной методики можно считать создание запасов, гарантии банков и государства, взаимное страхование.

Коммерческие риски, которые выражаются в сбоях поставки материалов, сырья, комплектующих, вызывают угрозу остановки производственного процесса. Такие же проблемы вызывают и производственные риски, причиной которых может быть поломка технологического оборудования, компьютерные сбои, нарушение межцеховых коммуникаций и т.п. Устранение аварий, заключение контрактов с новыми поставщиками требуют времени, в течение которого производственный процесс может остановиться. Дополнительные запасы материалов, сырья, комплектующих позволяют снизить вероятность остановки производства, а запасы готовой продукции и полуфабрикатов (незавершенное производство) дают возможность предприятию выполнить свои контрактные обязательства в случае поломки оборудования и иных аварий.

Производство НВП характерно высоким уровнем кооперации, что мотивирует связанные друг с другом предприятия создавать совместные фонды взаимного страхования. Здесь заинтересованные предприятия выделяют часть временно свободных средств в страховой фонд, который расходуется на возмещение ущерба по определенным страховым событиям, например, аварии на производстве, транспорте, банкротство поставщиков и т.д. Если за время реализации проекта страховые случаи не наступили, средства возвращаются обратно на предприятия. Средства фонда временно могут быть инвестированы в высоколиквидные финансовые инструменты.

Дополнительной защитой от некатастрофических рисков может являться гарантия банка о выдаче дополнительного кредита, необходимого для компенсации ущерба и устранения причин и последствий неудач. В некоторых случаях для выделения кредита банки нуждаются в гарантиях органов власти.

## Постановка задачи априорного и апостериорного методов управления риском

Учет рисков на этапе формирования долгосрочного плана предлагается проводить априорно (при формировании вариантов плана и выборе из них рационального) или апостериорно (при проведении производственно-экономической оценки сформированного варианта).

Априорный метод основывается на принципе допустимого риска реализации плана и предполагает, что показатели риска являются дополнительными критериями (наряду с показателями эффективности и стоимости), подлежащими учету при формировании оптимальных вариантов развития НВП.

В связи с этим задача формирования плана переходит в класс многокритериальных задач производственно-экономического анализа [3]. Одним из основных приемов, используемых при наличии нескольких критериев, является следующий: все критерии, кроме одного, фиксируются и принимаются в качестве ограничений, а оптимизация производится по критерию, который признается доминирующим. Из набора критериев выделяется так называемый основной критерий (например,  $F_i$ ), а на величины остальных критериев накладываются дополнительные ограничения типа неравенств. Тогда в общем виде задача будет выглядеть следующим образом: максимизировать  $F_i$  на множестве планов  $u \in U$  при ограничениях  $F_i(u) \geq F_i^{mp}$  ( $i = 2, 3, \dots, m$ ). Оптимальным будет план, соответствующий решению задачи:

$$\max_{u \in U} F_i(u) \text{ при } F_i(u) \geq F_i^{mp}. \quad (1)$$

В этом случае постановка задачи имеет ясный смысл и позволяет найти оптимальное решение из числа допустимых по условиям-ограничениям.

Вместе с тем, одной из особенностей процесса формирования плана является многовариантность, подразумевающая разработку нескольких вариантов под различные объемы возможных ассигнований  $C_j^0$ . Следовательно, в каждом из вариантов величину этих ассигнований можно считать заданной. Рассмотренный выше метод принятия риска (принцип допустимого риска) позволяет считать также величину допустимого риска заданной для каждого из вариантов. Эта величина представляется в денежном или эффективностном выражении (например, величина возможных финансовых потерь не должна превышать половины стоимости варианта или степень снижения уровня решаемых задач не должна быть меньше 20%). В первом случае она зависит от экономических факторов, прежде всего, размера располагаемых средств, во втором – от требований доктринального характера. Таким образом, задача оптимизации плана сводится к однокритериальной при наличии двух ограничений: по суммарным ассигнованиям и величине риска.

Постановка задачи формирования рационального варианта (вариантов) плана в этом случае сводится к следующему.

Пусть в результате проведения производственно-экономических исследований для каждого из возможных вариантов финансирования  $C_j^e$  сформировано  $n$  сбалансированных вариантов развития НВП (вариантов плана), каждый из которых характеризуется показателем эффективности  $W_{1j}, \dots, W_{nj}$ . Кроме того, для каждого варианта получены оценки одного из показателей риска  $R_{1j}, \dots, R_{nj}$ , возникающего в результате действия внешних и внутренних факторов.

Требуется для каждого из вариантов финансирования выбрать наиболее эффективный вариант развития системы НВП при условии, что показатель риска его реализации не превысит допустимого значения  $R_{допj}$ :

$$W_j = \max_i W_{ij}, \text{ при } C_j \leq C_j^e \text{ и } R_{ij} \leq R_{допj}. \quad (2)$$

Предлагаемая постановка задачи существенно отличается от традиционных постановок из-за наличия дополнительного ограничения на величину риска.

Сформированный в результате решения поставленной задачи вариант максимально ориентирован на возможности промышленности и должен обеспечить допустимый уровень риска реализации плана развития системы НВП [12, 13]. Недостатком является то, что, во-первых, для обеспечения требуемого уровня риска, возможно, придется жертвовать эффективностью создаваемой перспективной наукоемкой и высокотехнологичной техники за счет исключения высокоэффективных, но рискованных проектов, а во-вторых, управление риском возможно лишь на этапе включения проекта в вариант плана за счет подбора надежных исполнителей и изменения номенклатуры работ, в третьих, требуется существенное расширение объемов исследований – генерирование дополнительного количества альтернативных вариантов плана в рамках одного возможного варианта финансирования.

Апостериорный метод базируется на принципе сбалансированности системы НВП и предполагает наличие специального финансового фонда риска  $\delta C_j^e$ . Формирование вариантов плана осуществляется в виде двухстадийной процедуры. На первой стадии варианты формируются классическим методом по критерию эффективность – стоимость, показатели риска выступают при этом в качестве индикаторов качества вариантов:

$$W_j \rightarrow \max \text{ при } C_j \leq (C_j^e - \delta C_j^e). \quad (3)$$

На второй стадии осуществляется управление риском за счет использования резерва для наиболее рискованных проектов  $L_R$ , входящих в план.

При этом состав проектов, включенных в вариант, в целях удовлетворения принципа сбалансированности, остается неизменным. Таким образом, после того, как план сформирован, производится его апостериорное улучшение по критерию:

$$R_j \rightarrow \min_{L_R} \text{, при } W_j = W_{j \max} \text{ и } \delta C_j \leq \delta C_j^e. \quad (4)$$

Данный подход позволяет формировать варианты развития НВП с максимально достигаемым уровнем эффективности и минимально возможным уровнем

риска выполнения проектов, считающихся вначале (на первой стадии) высокорисковыми, при существующих финансовых ограничениях.

Использование финансового фонда риска при априорном методе приводит к негативному эффекту соблюдения размерности, так как количество вариантов в пределах одного уровня ассигнований будет зависеть, помимо всего прочего, от распределения фонда между всеми проектами, включаемыми в каждый из вариантов.

### Метод многовариантного управления программой развития НВП с учетом факторов риска

Известно, что основным инструментом реализации долгосрочной программы является краткосрочный план. Задачей разработки краткосрочного плана является формирование таких его параметров, которые бы обеспечивали удержание развития НВП на программной траектории, чтобы на конец планового периода достичь заданных целей ее развития (в первую очередь требуемой эффективности). Однако прогнозные условия реализации долгосрочного плана могут быть нарушены вследствие действия различных факторов риска [17, 19]. В результате возможно отклонение реальной траектории развития (тактико-техничко-экономических показателей образцов НВП) от программной.

Как уже отмечалось, основным методом, позволяющим осуществлять управление развитием НВП в таких условиях, является метод корректировки долгосрочной программы. Для этого на этапе разработки очередного годового плана формируется исследовательский вариант развития НВП, предполагающий трансформацию долгосрочного плана за счет так называемых внутренних резервов (корректируется состав работ плана, увеличиваются сроки разработки неприоритетных работ, изменяются объемы их финансирования и пр.). На наш взгляд, применение метода корректировки оправдано лишь при наличии значительной неопределенности в финансировании программы развития наукоемкой и высокотехнологичной техники. В условиях достаточно устойчивого макроэкономического прогноза существует возможность использования другого подхода к устранению (компенсации последствий) нежелательного развития событий.

В основу такого подхода предлагается положить принцип многовариантного (адаптивного) управления краткосрочным планом, суть которого заключается в том, что наработанные на этапе формирования долгосрочного плана варианты развития НВП после утверждения программного варианта дополняются вариантами возможных отклонений от программной траектории с учетом использования финансового фонда риска, образуя тем самым поле возможных вариантов развития, служащее основанием для принятия решений при формировании государственного заказа на очередной финансовый год.

Тогда основными задачами на этапе формирования краткосрочного плана являются: идентификация событий, произошедших к рассматриваемому моменту времени и оценка последствий реализации каждого события (оценку ущерба) на конец плано-

вого периода; формирование управляющих воздействий, обеспечивающих минимум деформации программной траектории развития НВП.

Идентификация событий, произошедших к рассматриваемому моменту времени (к моменту формирования государственного заказа на очередной финансовый год), заключается в анализе выполнения проектов, принятых к этому времени управленческих решений, имеющихся ресурсов, а также в оценке рассогласования между планируемыми и текущими условиями реализации долгосрочного плана.

Для каждого годового плана оценивается динамика риска выполнения каждого проекта и плана в целом. Если показатель риска не превышает уровень допустимого значения, управляющих воздействий не требуется. В противном случае требуется корректировка хода событий, для чего реализуется следующий этап – управление риском.

Способы управления риском должны выбираться исходя из величины специальных финансовых фондов и требуемого объема дополнительных затрат для компенсации ущерба.

Сам процесс управления развитием НВП в этом случае представляется как процесс изменения состояний сложной динамической слабодетерминированной многопараметрической системы. Под состоянием динамической системы понимается кортеж ее существенных параметров  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  в фиксированный момент времени – точка в фазовом пространстве (пространстве параметров). В качестве параметров состояния этой системы используются тактико-техничко-экономические показатели образцов НВП.

Процесс изменения состояний описывается уравнениями вида:

$$Y(t+1) = f(t, Y(t), u(t), W(t)), t = 0, 1, \dots, N-1, (5)$$

где  $Y$  – вектор состояния  $Y \in R^n$ ;

$u$  – вектор управляющих воздействий,

$u \in U(t) \subseteq \Omega^q$ ;

$U(t)$  – некоторое заданное замкнутое множество допустимых значений;

$t$  – дискретное время,  $t \in T = [0, 1, \dots, N-1]$ ;

$N$  – заданное число шагов;

$W(t) \in \Omega^m$  –  $m$ -мерный вектор, описывающий неопределенность внешних воздействия на объект управления;

$f(t, y, u, w) : T * \Omega^n * U(t) * R^m \rightarrow R^n$  – вектор-функция изменения состояний системы.

Начальное состояние системы (5):

$$Y(0) = Y_0 \in \Omega^n. (6)$$

Здесь цель управления есть некоторое конечное состояние  $Y(N)$ , причем в конце интервала управления необходимо обеспечить выполнение следующего условия:

$$G(Y(N)) = 0, (7)$$

где  $G(Y(N))$  – гиперплоскость отклонений состояния динамической системы.

Последовательность векторов  $u(0), u(1), \dots, u(N-1)$  называется управляющими воздействиями  $u(\cdot)$ , а последовательность  $y(0), y(1), \dots, y(N-1)$ , определяемая управляющими воздействиями  $u(\cdot)$ , – траекторией  $y(\cdot)$  динамической системы.

Значения компонентов  $u(t)$  определяют:

- динамику реализации жизненных циклов образцов НВП: структуру прикрепления заданий по разработке и производству образца к конкретным исполнителям и моментам времени; последовательность создания образцов НВП различного типа для обеспечения их комплектного поступления потребителю; моменты времени смены поколений однотипных образцов в производстве и т.д.;
- структуру и динамику финансирования стадий жизненных циклов образцов НВП (разработки, производства и эксплуатации): объемы ассигнований, выделяемые на оплату разработки, производства и эксплуатации; динамику прироста инвестиций и возможности их освоения; динамику распределения ассигнований по этапам разработки; варианты перераспределения средств между работами плана и т.д.;
- структуру системы НВП: возможность эквивалентной по эффективности замены однотипных образцов; изменение комплектности группировок продукции разного типа;
- структуру использования мощностей: развитие и специализация мощностей предприятий и организаций-исполнителей; возможное конверсирование мощностей; создание и использование резервов; наличие производств дефицитных комплектующих и т.д.

При управлении используется информация о фактической  $Y \in R^n$  и требуемой  $Y^{mp} \in R^n$  величине вектора состояния динамической системы, т.е. применяемое в каждый дискретный момент времени  $t \in T$  управляющее воздействие имеет вид управления с полной обратной связью по вектору состояния.

Множество допустимых управляющих воздействий  $U_n$  образуют функции  $u(t, y) : T * \Omega^n \rightarrow U(t)$ , при которых траектория исходной динамической системы для различных начальных условий (5) удовлетворяет условию (6).

Тогда задача управления развитием НВП формулируется следующим образом: определить множество допустимых управляющих воздействий  $u(t) \in U(t), t = 0, 1, \dots, N-1$  таких, что для заданных начальных условий (5) траектория системы удовлетворяла условию (6).

Неотъемлемым свойством процесса управления развитием НВП является наличие неопределенных факторов  $W(t) \in \Omega^m$ , которые наряду с управляющими воздействиями оказывают влияние на развитие НВП. В современных условиях, это связано с трудно прогнозируемым развитием экономики и низкой достоверностью макроэкономических показателей долгосрочного и краткосрочного планов развития НВП. Одним из способов снижения неопределенности является получение и использование в динамике дополнительной информации о неконтролируемых факторах. Использование дополнительной информации приводит к управлению в форме синтеза, т.е. в виде функции от аргументов, значения которых заранее не-

известны. На практике формальное построение функции синтеза затруднительно из-за большой размерности задачи, сложности описания функциональных связей, использования переменных различных типов (непрерывных, дискретных, расплывчатых). В силу этого задачу управления развитием НВП в условиях неопределенности необходимо разбивать на две.

1. Задачу программного управления, использующую только ту информацию, которая имеется к началу процесса. Дискретную вектор-функцию  $u(\cdot)$  с шагом дискретизации  $t = 0, 1, \dots, N - 1$  отрезка  $[0, T]$ , называемого плановым периодом, будем называть программой управления развитием НВП. С формальной точки зрения программа управления представляет собой детерминированное описание процесса управления развитием НВП на некотором заранее заданном интервале времени, обеспечивающее перевод системы НВП из текущего состояния в требуемое. В процессе управления инновационно-ориентированной научно-технической деятельностью программой управления является план развития НВП (долгосрочная программа управления и краткосрочный план управления).
2. Задачу оперативного управления, в которой используются уточненные исходные данные (условия и параметры внешней среды) для корректировки реализации программного управления на основе отклонений реальных условий развития НВП от оценок, использованных при её расчете. Решение задачи оперативного управления осуществляется при формировании краткосрочного плана.

На этапе долгосрочного планирования осуществляется выбор программной траектории развития НВП, относительно которой осуществляется измерение отклонений, и определяются ресурсы по их компенсации. В условиях утвержденного бюджета единственным источником компенсации внешних возмущений являются специальные финансовые фонды, которые позволяют устранять отдельные отклонения и удерживать траекторию в пределах трубки допустимых траекторий. Однако возможна ситуация когда их окажется недостаточно для демпфирования внешних возмущений. Тогда возникает необходимость перехода на иную траекторию.

Определим множество допустимых процессов  $D(y, u)$  как множество пар  $d = (y(\cdot), u(\cdot))$ , включающих траекторию  $y(\cdot)$  и управляющие воздействия  $u(\cdot) \in U$ . На множестве  $D(y, u)$  определим функционал качества управления:

$$I = M \left\{ F(Y(N)) + \sum_{t=0}^{N-1} f^0(t, Y(t), u(t), w(t)) \right\}, \quad (8)$$

где  $M$  – математическое ожидание, причем усреднение производится по множеству реализаций случайного процесса  $Y$ , порожденного случайным вектором  $W(t), t = 0, 1, \dots, N - 1$  и допустимым управляющим воздействием  $u(\cdot) \in U$ ;

$F(Y(N))$  – терминальный член функционала, характеризующий состояние в конце интервала управления; т.е. степень достижения поставленной цели управления – количественная величина, характеризующая расхождение между требуемыми и достигнутыми результатами на конец программного периода;

$f^0(t, Y(t), u(t), w(t))$  – интегральный член функционала, характеризующий качество функции синтеза управления.

Понятие «качество функции синтеза управления» фактически отражает те аспекты процесса управления развитием НВП, которые связаны с организацией решения всего комплекса задач обоснования, согласования, формирования, коррекции плана, а также оперативного управления его реализацией. Естественно, идеальным вариантом и высшим уровнем качества функции синтеза управления можно было бы считать такой план, который не корректируется в течение всего планового периода. Однако это может быть гарантировано либо слишком большими ресурсными затратами, либо неприемлемым снижением эффективности системы НВП в конце планового периода. Данный критерий не имеет явного формального описания, однако возможно многофакторное (в виде вектор-функции) представление через набор частных критериев (устойчивость плана, вероятность успешной реализации, необходимые резервы, внутренние ресурсы, ожидаемые потери и т.д.).

При решении задачи многовариантного управления функционал качества (8) представляется либо терминальным, либо интегральным членом в зависимости от масштаба внешних возмущений.

В том случае, если внешние возмущения удается компенсировать за счет специальных финансовых фондов, задача состоит в том, чтобы максимально продвинуться вдоль программной траектории к ее конечной точке и обеспечить достижение заданных значений показателей состояния (7). При этом интегральный член является ограничением при выборе допустимых управляющих воздействий и задача управления формализуется в виде:

$$I(d^*) = \min_{0 < t < N-1} M[F(Y(N))]. \quad (9)$$

Если резерва плана недостаточно для демпфирования внешних возмущений, осуществляется корректировка программной траектории, при этом терминальный член является ограничением и определяет область допустимых состояний в конце интервала программного управления. Тогда задача управления формализуется в виде:

$$I(d^*) = \min_{1 \leq i \leq n} M \left[ \sum_{t=1}^T f_i^0(y_i(t), u(t), w(t), t) \right]. \quad (10)$$

Выбор функционала качества управления ((9) или (10)) является результатом сопоставления плана развития НВП и цели с информацией о выполнении плана и степени достижения цели либо сопоставления прогнозируемого состояния реализации плана требуемому состоянию. В первом случае источником информации являются отчеты и донесения о ходе выполнения плана, а во втором – методы и средства анализа информации об изменении условий (внешней среды) развития НВП.

Предложенный многовариантный метод позволит обеспечить переход от одного краткосрочного плана к другому без потери системности решений, с сохранением сбалансированности элементов НВП на всем протяжении программного периода.

## Заключение

Необходимость разрешения сложившегося противоречия между детерминированным подходом к планированию развития НВП и возросшей неопределенностью процессов научно-технического и экономического обеспечения реализации программ, планов и проектов создания НВП требует формирования новой концепции, построенной на основе снижения и компенсации рисков, возникающих вследствие действия факторов финансово-экономического, научно-технического и производственно-технологического характера.

Проведенный анализ и научное обобщение имеющегося в нашей стране методического и организационного обеспечения оценки и управления риском показал следующее: наибольшее развитие указанные методы получили при обосновании инвестиционных проектов, базирующиеся в основном на концепции приемлемого риска, зависящего от отношения субъекта (инвестора) к риску; в качестве основных методов управления риском при планировании развития НВП используются: организация конкурсного проектирования, метод многовариантного планирования и корректировки планов, метод резервирования финансовых ресурсов, метод уклонения; отсутствует комплексный подход к применению всей совокупности рассмотренных методов при формировании и реализации планов развития НВП [15].

Учет рисков на этапе формирования плана развития сложных технических систем предлагается осуществлять априорно или апостериорно. Априорный метод основывается на принципе допустимого риска его реализации. Постановка задачи оптимизации плана с учетом риска в этом случае сводится к однокритериальной при наличии двух ограничений: по суммарным ассигнованиям и величине риска. Апостериорный метод основан на принципе сбалансированности и использует средства финансового фонда риска, который предназначен для снижения риска выполнения наиболее рискованных проектов, входящих в план.

На этапе формирования краткосрочного плана целесообразно использовать метод многовариантного (адаптивного) управления, заключающийся в том, что подготовленные варианты плана развития наукоемкой и высокотехнологичной продукции дополняются информацией о потенциальных отклонениях от заданной программной траектории с учетом использования финансов фонда риска. Таким образом подготавливается множество допустимых вариантов научно-технического и технологического развития, которые используются при формировании плана на очередной финансовый год. Принципиальным отличием предлагаемого метода от известного метода корректировки государственных научно-технических программ, планов и проектов заключается в новой схеме формирования управляющих решений, представляющей собой последовательное проведение этапов синтеза множества вариантов развития событий, анализа последствий развития событий, синтез множества решений по недопущению или снижению возникающих при этом отрицательных последствий.

## Литература

1. Авдонин Б.Н. и др. Развитие теории и практики управления предприятиями высокотехнологичного комплекса [Текст] / Б.Н. Авдонин, А.М. Батьковский, М.А. Батьковский и др. – М. : МЭСИ, 2013. – 365 с.
2. Авдонин Б.Н. Методология организационно-экономического развития наукоемких производств [Текст] / Б.Н. Авдонин, Е.Ю. Хрусталев. – М. : Наука, 2010. – 367 с.
3. Багриновский К.А. Методы анализа инновационных технологий на основе индекса Фаррела [Текст] / К.А. Багриновский, Н.Е. Егорова // Экономика и математические методы. – 2010. – Т. 46 ; №1. – С. 64-74.
4. Барановская Т.П. Потокные модели эффективности интегрированных производственных структур [Текст] / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой

- электронный науч. ж-л Кубанского госуд. аграрного ун-та (Научный журнал КубГАУ). – 2006. – №7. – С. 183-194.
5. Виленский П.Л. и др. Оценка эффективности инвестиционных проектов [Текст] / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М. : Дело, 2008. – 888 с.
  6. Винс Р. Математика управления капиталом. Методы анализа риска [Текст] / Р Винс. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 408 с.
  7. Воробьев С.Н. Системный анализ и управление рисками в организации [Текст] / С.Н. Воробьев, К.В. Балдин. – М. : МОДЕК, 2009. – 760 с.
  8. Ильичев А.В. Основы анализа эффективности и рисков целевых программ [Текст] / А.В. Ильичев. – М. : Научный мир, 2009. – 332 с.
  9. Качалов Р.М. Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения [Текст] / Р.М. Качалов. – М. ; СПб. : Нестор-История, 2012. – 248 с.
  10. Кречинский М.Л. Финансовые риски [Текст] / М.Л. Кречинский. – М. : Крокус, 2012. – 248 с.
  11. Макаров Ю.Н. Механизмы реструктуризации наукоемких производств (на примере ракетно-космической промышленности) [Текст] / Ю.Н. Макаров, Е.Ю. Хрусталев // Экономика и математические методы. – 2010. – Т. 46 ; №3. – С. 31-42.
  12. Неволин И.В. и др. Методология оценки финансовой значимости и реализуемости инновационных проектов создания интеллектуальной продукции [Текст] / И.В. Неволин, О.Е. Хрусталев, Ю.Е. Хрусталев // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2013. – №11. – С. 39-45.
  13. Орлова Е.Р. Особенности оценки эффективности инвестиционных программ [Текст] / Е.Р. Орлова // Экономика строительства. – 2006. – №1. – С. 25-33.
  14. Рудцкая Е.Р. и др. Российский фонд фундаментальных исследований и инновационное развитие экономики России [Текст] / Е.Р. Рудцкая, Е.Ю. Хрусталев, С.А. Цыганов // Экономическая наука современной России. – 2007. – №2. – С. 92-105.
  15. Хрусталев Е.Ю. и др. Методы и инструментарий выбора механизмов экономической защиты наукоемких производств на примере ракетно-космической промышленности [Текст] / Е.Ю. Хрусталев, А.С. Славянов, И.Е. Сахаров // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – №30. – С. 2-11.
  16. Хрусталев Е.Ю. Финансовые методы снижения риска при создании наукоемкой и высокотехнологичной продукции [Текст] / Е.Ю. Хрусталев, И.А. Стрельникова // Финансы и кредит. – 2011. – №7. – С. 13-21.
  17. Хрусталев О.Е. Методические основы оценки экономической устойчивости промышленного предприятия [Текст] / О.Е. Хрусталев // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – №5. – С. 180-185.
  18. Хрусталев О.Е. Формирование интегрированных структур в наукоемком производственном комплексе [Текст] / О.Е. Хрусталев // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – №1. – С. 160-165.
  19. Хрусталев О.Е. Инструментальные методы оценки реализуемости наукоемкого инвестиционного проекта [Текст] / О.Е. Хрусталев, Ю.Е. Хрусталев // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – №27. – С. 8-18.

## Ключевые слова

Наукоемкая и высокотехнологичная продукция; интеграция; наукоемкие производства; риск; финансовый анализ; математическое моделирование; инновационное развитие; экономика знаний.

*Елизарова Марианна Иоановна*

*Хрусталев Евгений Юрьевич*

*Хрусталёв Олег Евгеньевич*

## РЕЦЕНЗИЯ

Рецензируемая статья посвящена изложению концептуальных и экономико-математических основ оценки, снижения и компенсации риска при реализации проектов создания наукоемкой и высокотехнологичной продукции различного назначения; результатов анализа существующего отечественного опыта, методов оценки и управления риском; разработанных авторами инструментов учета и управления риском при формировании и реализации проектов развития сложной инновационной техники. В тексте статьи приведены структура, состав и основное содержание постановок задач и методов, направленных на обеспечение компенсации риска.

Актуальность работы связана с тем, что современные условия формирования и реализации планов инновационного научно-технического прогресса привели к практической непредсказуемости изменения основных факторов, определяющих потребности российской экономики в наукоемкой и высокотехнологичной продукции. К числу таких факторов относятся: развитие рыночных отношений и изменение форм собственности многих предприятий и организаций, производящих современную технику; деградация производственных мощностей и неясность перспектив дальнейшего развития самих наукоемких предприятий; кризис в экономике, резкое сокращение расходов на науку, неполнота и неритмичность финансирования научно-технических программ, планов и проектов.

В результате действия перечисленных факторов, с одной стороны, значительно снизились объемы заказов на производство наукоемкой и высокотехнологичной продукции, а с другой – потенциальные возможности большинства предприятий по ее созданию

остаются еще достаточно высокими. Определение показателей потребного и реально возможного объемов производства в современных условиях сопряжено, прежде всего с необходимостью учета различного рода неопределенностей и рисков как в финансово-экономической, так и в научно-производственной сфере.

В статье показано, что финансовое обеспечение сложных и дорогостоящих инновационных проектов создания наукоемкой продукции должно учитывать степень научно-технических и производственных рисков, связанных с их реализацией. Естественно, что более высокая степень рисков в целях их предупреждения и парирования, во-первых, требует выделения больших финансовых ресурсов на превентивные меры при реализации высокорискового проекта и, во-вторых, может быть сопряжена со значительными финансовыми издержками в случае необходимости принятия решения о нецелесообразности продолжения работ по проекту.

По мнению авторов, вероятностный характер выделения ассигнований и результативности их использования в ходе выполнения планов научно-технического развития обуславливает необходимость более широкого использования экономических категорий резервирования и страхования рисков при их обосновании и реализации.

Считаю, что рецензируемая статья содержит обоснованный и аргументированный вариант решения достаточно сложной научной задачи, обладает высокой степенью научной новизны и имеет практическую ценность. Рекомендую статью к опубликованию.

*Ерзнкян Б.А., д.э.н., профессор, заведующий лабораторией Центрального Экономико-математического института Российской Академии наук.*