

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНВЕСТИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

© 2010 А.К. Симаков\*

**Ключевые слова:** инвестиции, инновации, система, моделирование, имитационная модель.

Предлагается формирование системы инвестирования инноваций на мезоуровне с использованием имитационной модели, которая позволяет, изменяя входные параметры, производить расчеты бизнес-плана инвестиционного проекта на основе различных вариантов развития событий.

Автором настоящей статьи разработана концепция формирования системы инвестирования инноваций (СИИ) на мезоуровне, обеспечивающей переход региона на инновационный путь развития на основе поиска источников и рационального использования инвестиций.

В СИИ могут участвовать любые предприятия и организации региона, в том числе университетские комплексы (как юридические лица), а также физические лица, предлагая идеи и проекты, отбор которых будет осуществляться на конкурсной основе. При формировании СИИ не рекомендуется создание новых служб, подразделений, органов. Предусматривается лишь передача новых полномочий определенным органам, упорядочение деятельности существующих служб и возложение конкретных функций действующим службам и организациям. Долгосрочные цели развития региона и ориентиры движения формулируются в фундаментальной стратегической установке, которая разрабатывается в соответствии с закономерностями развития общемировой цивилизации и стремлением к достижению общечеловеческих ценностей.

В качестве одного из элементов СИИ поднимаются крупные проблемные вопросы на уровне разделов инновационных программ или совокупных мероприятий, планируются результаты - количественное выражение реализации целей, а не традиционные затраты. Ведомства планируют на долгосрочную перспективу показатели научно-технического развития, определяют стратегические цели развития, исходя из потребностей потребителей. В качестве основных элементов СИИ приняты инновационные проекты.

\* Симаков Артем Константинович, аспирант Саратовского государственного технического университета. E-mail: fups@sstu.ru.

Долгосрочная стратегия научно-технического развития региона должна разрабатываться совместно со стратегией социально-экономического развития на перспективу на основе целей, установленных администрацией региона по приоритетным направлениям развития. Достижение целей обеспечивается на основе решения задач, которые реализуются с помощью вычислительных средств. Долгосрочная стратегия развития должна разрабатываться по отраслевым (ведомственным) направлениям. К ним следует отнести: электроэнергетику, атомную энергетику, нанотехнологии и т.п. К предметным направлениям научно-технического развития по указанным отраслям можно отнести энергосбережение, повышение безопасности атомных станций. Такие цели должны формировать ведомства в соответствии с имеющимися целевыми проблемами. Обязательным условием стратегии должно быть предложение альтернатив для решения проблем.

Системное рассмотрение долгосрочной стратегии социально-экономического и научно-технического развития региона требует использования программно-целевого подхода (метода). Составляется дерево целей с декомпозицией основных целей на задачи и в дальнейшем на средства (пути) решения задач. В схеме показывается взаимосвязь целей, задач и средств, весовые характеристики которых оцениваются экспертами. Рассчитывается степень влияния задач на цели и средств на задачи. Метод служит для распределения усилий, финансовых средств по отдельным предметным направлениям. Применение указанной схемы целесообразно при большой перекрестной увязке элементов.

Для распределения усилий, средств по отдельным мероприятиям научно-технического развития предлагается следующая модель действия в данной ситуации. Она предусматривается для определения предпочтений, выбора мероприятий из альтернатив, краткосрочного и долгосрочного прогнозирования и планирования решений. Формулируются цели-результаты, которые необходимо достигнуть по направлениям научно-технического развития региона. Для реализации целей предусматриваются комплексные мероприятия, для осуществления которых - совокупные или отдельные мероприятия.

Такая схема изображается в форме иерархического ориентированного графа - дерева решений (мероприятий). Альтернативность в рассмотрении комплекса мероприятий показана на рис. 1, вариант "а". Альтернативность решения может быть и на нижеследующих уровнях (вариант "б" на рис. 1).

ния в расчет принимаются затраты. К затратам относятся: текущие на выпуск продукции и единовременные. Результаты и затраты дисконтируются.

Для альтернативных мероприятий и комплексов критерием отбора будет максимальное значение интегрального эффекта для конечной вершины по альтернативным путям выбора решения:

$$\mathcal{E}_n \rightarrow \max. \quad (1)$$

Потенциал риска определяется вероятностью свершения события. Он устанавливается от нижней вершины к верхней путем умножения соответствующих значений:

$$\rho_n = \rho_i \cdot \rho_j \cdot \rho_\phi, \quad (2)$$

где  $r_n, r_i, r_j, r_\phi$  - значения вероятностей свершения события-вершины.

Чистый доход верхней вершины складывается из чистых доходов вершин нижестоящих уровней:

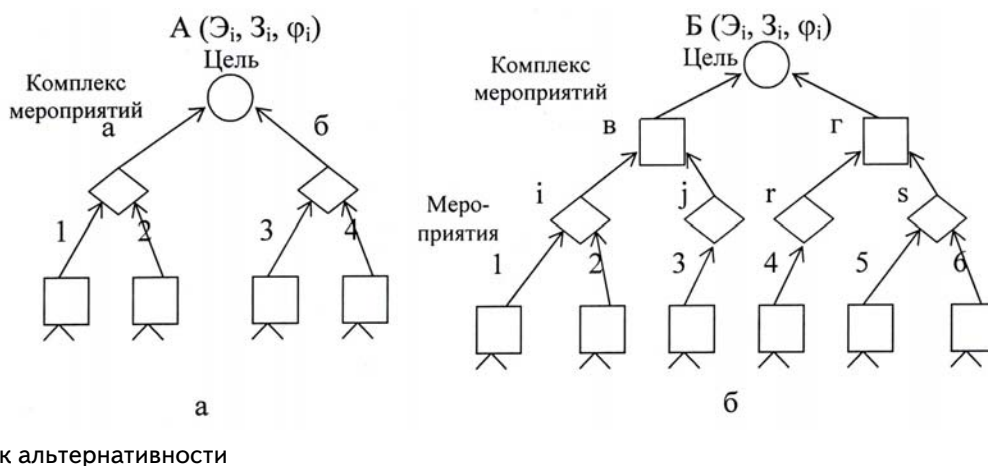


Рис. 1. Схемы дерева мероприятий

Возможны и сочетания комбинаций схем "а" и "б". Вершины графа указывают на выполнение комплекса или отдельных мероприятий (цели А, Б). Дуги графа указывают на технологическую зависимость мероприятий. Мероприятие - вершина характеризуется показателями эффективности  $\mathcal{E}_i$  или затратами  $Z_i$ , а также степенью вероятности завершения и получения эффекта -  $j_i$ . К показателям эффективности следует отнести чистый дисконтированный доход (ЧДД), а для объектов социально-экологической значимости - показатель комплексной эффективности -  $\mathcal{E}_k$ . В случае получения сопоставимого результата для альтернатив или сложности оценки эффективности на ранней стадии проектирова-

$$\text{ЧДД}_i = \sum_j \text{ЧДД}_j; \quad \text{ЧДД}_j = \sum_\phi \text{ЧДД}_\phi. \quad (3)$$

В расчете учитываются факторы риска и дисконтирования:

$$\text{ЧДД}_n = \rho_n \sum \text{ЧДД}_i \rho_i \frac{1}{\alpha_t};$$

$$\text{ЧДД}_i = \rho_i \sum \text{ЧДД}_j \rho_j \frac{1}{\alpha_t} \text{ и т.д.} \quad (4)$$

Тогда критерий решения по реализации цели - наибольшее значение чистого дисконтированного дохода по одной из цепей графа:

$$\text{ЧДД}_n \rightarrow \max. \quad (5)$$

При оценке затрат в модели критерий эффективности будет выражен как

$$Z_n \rightarrow \min. \quad (6)$$

С целью осуществления расчета прогнозных значений величины инвестиций в основной капитал, а также в новые основные фонды Саратовской области, на основе разработанной концепции системы инвестирования инноваций: во-первых, выявим тенденции изменения величины инвестиций в основной капитал и в новые основные фонды, в течение анализируемого периода; во-вторых, учтем негативные явления, возникшие в связи с разразившимся мировым экономическим кризисом; в-третьих, произведем расчеты с помощью имитационной модели, описывающей процесс вложения инвестиций в инновации и стимулирования работников на их разработку и внедрение.

параметры, производить варианты расчеты бизнес плана инвестиционного проекта и тем самым закладывать в эти расчеты различные варианты развития событий. Данный факт актуален в условиях рынка и, особенно, в условиях кризиса, когда трудно предугадать, как будут развиваться события: положение будет ухудшаться (пессимистичный вариант), положение будет улучшаться (оптимистичный вариант), положение станет стабилизироваться (наиболее вероятный вариант).

На рис. 2 приведен индекс роста инвестиций в основной капитал Саратовской области по отношению к 2004 г.<sup>1</sup>

Как видно из рисунка, в Саратовской области за анализируемый период, в целом сложилась положительная тенденция. Наблюдается рост инвестиций в основной капитал. Его

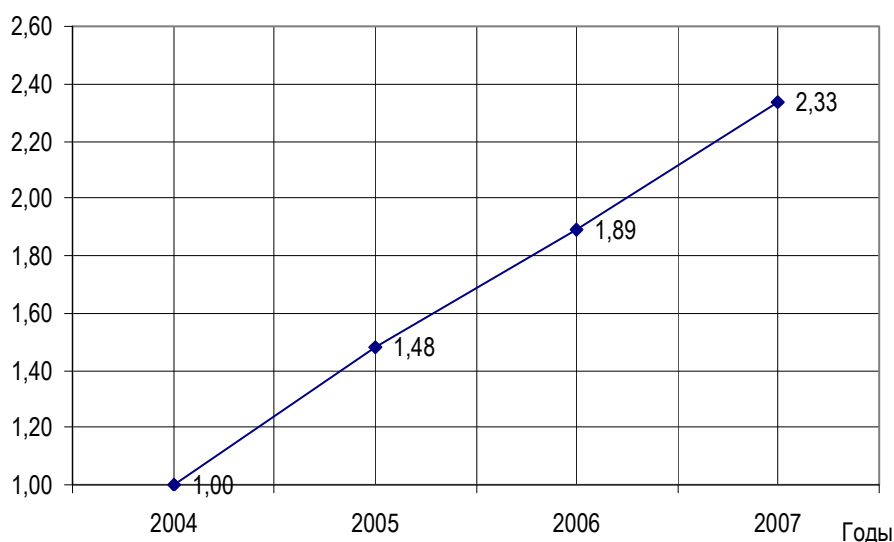


Рис. 2. Индекс роста инвестиций в основной капитал Саратовской области по отношению к 2004 г.

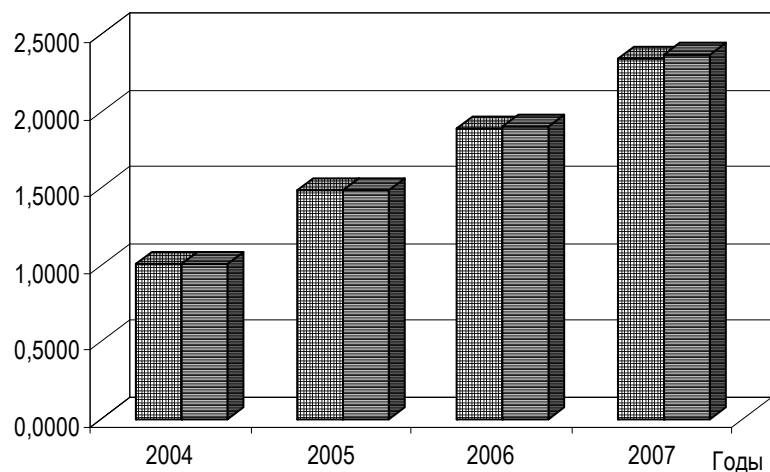
Как известно, инвестиционные проекты отличаются по масштабности их реализации. Наряду с глобальными, крупномасштабными инвестиционными проектами, существуют региональные инвестиционные проекты, к которым можно отнести программу реализации инвестиций в Саратовской области, состоящую из комплекса взаимосвязанных проектов и имеющую инновационную направленность. Такая предпосылка позволяет воспользоваться имеющимся программным продуктом Project Expert. В основе программы Project Expert положена имитационная модель, которая позволяет, изменяя входные

величина увеличилась в 2007 г. по сравнению с 2004 г. в 2,33 раза.

На рис. 3 наглядно видно, что индекс роста инвестиций в основной капитал и в основные фонды за анализируемый период были практически на одном уровне<sup>2</sup>.

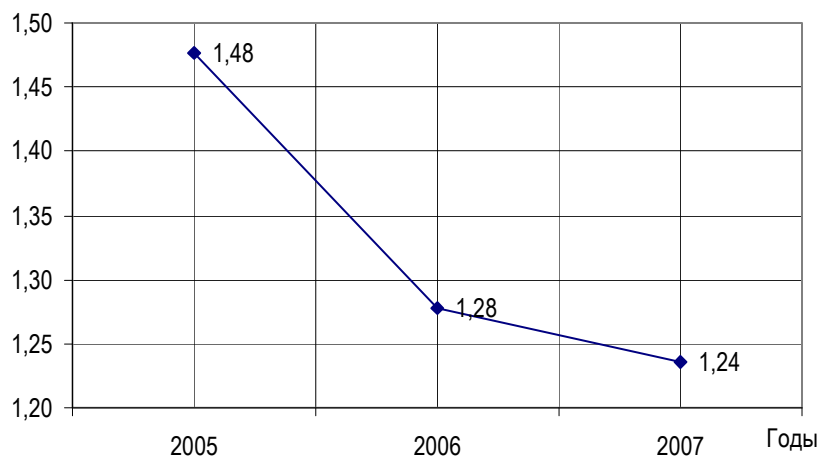
Несколько иная картина складывается, если сравнивать величины инвестиций не к базовому году, а к предыдущему году (рис. 4)<sup>3</sup>.

В данном случае наблюдается обратная тенденция. По сравнению с предыдущим годом происходит снижение темпов роста. Если в 2005 г. по сравнению с 2004 г. темп роста составил 1,48, в 2006 г. по сравнению с 2005 г. -



- Индекс роста инвестиций в основной капитал к 2004 г.
- Индекс роста инвестиций в основной капитал в расчете на душу населения к 2004 г.

**Рис. 3. Индекс роста инвестиций в основной капитал и в новые основные фонды Саратовской области по отношению к 2004 г.**



**Рис. 4. Цепной индекс роста инвестиций в основной капитал Саратовской области (по отношению к предыдущему году)**

уже 1,28, то в 2007 г. по сравнению с 2006 г. - 1,24.

Таким образом, если в целом наблюдается рост величины инвестиций в основной капитал Саратовской области за период с 2004 по 2007 г., то темпы роста из года в год снижаются, и это необходимо учесть, составляя прогноз на последующие годы.

Инновационную направленность инвестиций характеризует их доля в новые основные средства. За анализируемый период она колеблется в пределах от 73,82 % в 2007 г. до 86,71 % в 2005 г. (рис. 5)<sup>4</sup>.

Причем начиная с 2005 г. данная доля имеет тенденцию к снижению. Об этом свидетельствуют темпы уменьшения доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал (рис. 6)<sup>5</sup>.

К тому же необходимо учесть влияние последствий финансового кризиса на инновационную деятельность.

Особенности проявления финансового кризиса в России обусловили:

- ◆ во-первых, резкое падение “нефтяных цен”. “Нефтяные цены” резко упали - со 144 долл. за баррель в июле, до 55 долл. в ноябре. Снижение цены на 1 долл. уменьшает годовой доход от экспорта и поступления в бюджет на 1,6 млрд. долл. и 1,1 млрд. долл., соответственно. Средняя цена на нефть в мире в 2009 г. составит 74,5 долл. за баррель;

- ◆ во-вторых, резкий отток капитала из России. В середине 2008 г. начался резкий отток капитала из России. Только в октябре капитала из России ушло на 50 млрд. долл. И он не компенсируется обратным притоком;

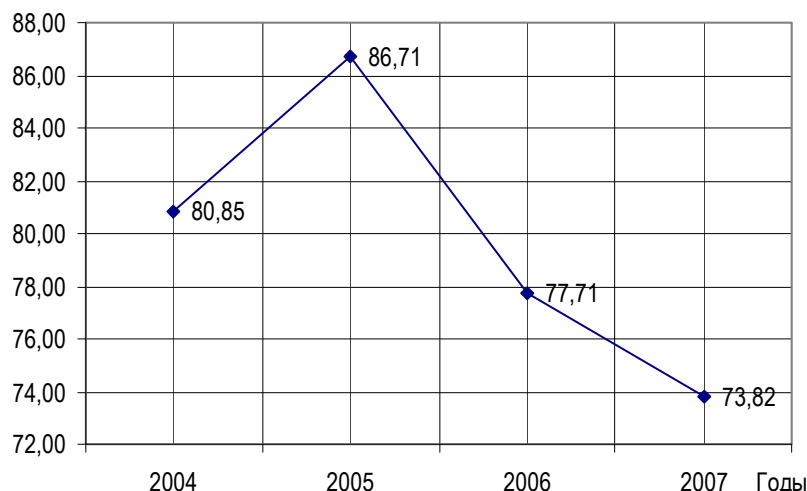


Рис. 5. Доля инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал Саратовской области (по отношению к предыдущему году)

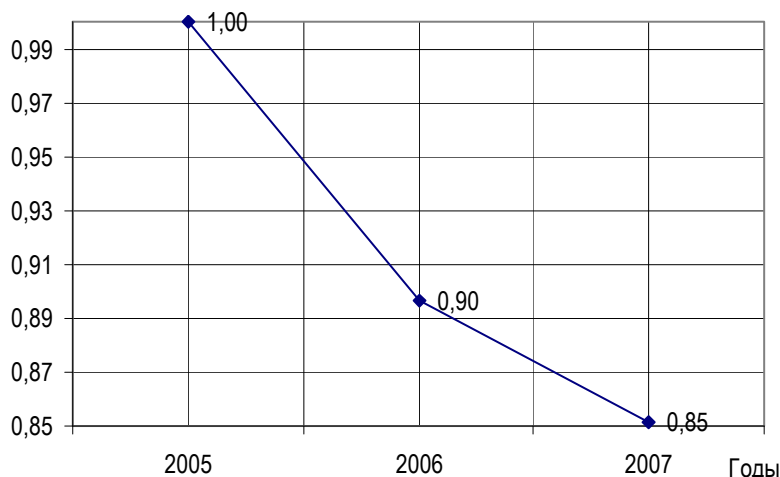


Рис. 6. Темпы роста (уменьшения) доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал Саратовской области (по отношению к 2004 г.)

- ◆ в-третьих, ужесточение условий заимствований для отечественных бизнесменов;
- ◆ в четвертых, ко всему перечисленному, резкое падение рубля по отношению к иностранной валюте.

Каковы же последствия финансового кризиса для России?

Прогнозы Всемирного Банка<sup>6</sup> состоят в следующем. ВВП: 2009 г. - рост ВВП России снизится до 3% (до кризиса был прогноз - 6,5%). Темпы роста реального ВВП на душу населения: 2009 г. - снижение до 3,5%. Безработица: 2009 г. - вырастет до 6,6%. Инфляция: 2009 г. - 12-14%. Доля бедного населения: 2009 г. - увеличится до 9,5%. Отток капитала: 2009 г. - вырастет до 100 млрд. долл. Резервы Банка России: БР потеряет до-

полнительно около 100 млрд. долл. в 2009 г., в том числе за счет объявленных мер по поддержанию банковского и корпоративного секторов. Российский рубль: ожидается его девальвация. Действительно, динамика курса рубля объективно отражает макроэкономическую конъюнктуру: в условиях резкого падения цен на сырье курс валют таких сырьевых стран, как Австралия, Южная Африка, Россия, должен падать. Продолжительность финансового кризиса: ВБ надеется на начало восстановления российской экономики с конца 2009 г. Однако это произойдет при условии, что у правительства получится ограничить воздействие кризиса при сохранении макроэкономической стабильности, усилить структурные реформы для диверсификации экономики и заложения основ устойчивого роста, продолжить интег-

рацию в мировую экономику (в том числе вступить в ВТО) и принять пакет мер бюджетного стимулирования в 2009 г.

Минэкономики прогнозирует рост ВВП в 2009 г. на 2%.

Росбанк разработал два прогноза: оптимистичный - нулевые темпы экономического роста РФ по итогам 2009 г., оптимистичный - не исключаются отрицательные темпы роста ВВП РФ уже в I квартале 2009 г.

Райффайзенбанк считает, что избежать рецессии российской экономики в 2009 г. очень сложно. ВВП в этом году снизится на 4%, а цены вырастут на 16-17%.

Moody's Investors Service (международное рейтинговое агентство) считает, что комбинация различных финансовых буферов и решительные меры в рамках политики помогут РФ преодолеть текущий кризис ликвидности на финансовых мировых рынках. Бюджетная сфера РФ может выйти из мирового финансового кризиса в относительно более хорошем состоянии, чем др. стран, также имеющих позитивный прогноз по рейтингам. Moody's повысило рейтинги России с Baa2 до Baa1 (прогноз - "позитивный") в июле<sup>7</sup>.

Таким образом, в имитационную модель, описывающую вложение инвестиций в инновационную деятельность, следует заложить предлагаемые автором параметры:

- ◆ темпы роста инвестиций в основной капитал;
- ◆ изменение доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций;
- ◆ темпы инфляции;
- ◆ рост цен.

#### **Пессимистичный вариант развития экономики России**

- ◆ уменьшение темпов роста инвестиций в основной капитал ежегодно на 0,2 пункта;
- ◆ уменьшение доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал ежегодно на 2 %;
- ◆ инфляция 12-14 %;
- ◆ рост цен 16-17 %.

#### **Оптимистичный вариант развития экономики России**

- ◆ увеличение темпов роста инвестиций в основной капитал ежегодно на 0,2 пункта;

- ◆ увеличение доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал ежегодно на 2 %;
- ◆ инфляция 2 - 4 %;
- ◆ рост цен 6 - 7 %.

#### **Наиболее вероятный вариант развития экономики России (стабилизация)**

- ◆ увеличение темпов роста инвестиций в основной капитал ежегодно на 0,1 пункта;
- ◆ увеличение доли инвестиций в новые основные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал ежегодно на 1 %;
- ◆ инфляция 1 - 2 %;
- ◆ рост цен 1 - 2 %.

Расчеты, произведенные с помощью программы "Project Expert", исходя из трех возможных сценариев развития событий в ближайшие годы, позволили получить следующие значения инвестиций в инновационное развитие Саратовской области до 2015 г.:

#### **Пессимистичный вариант вложения инвестиций в инновационное развитие Саратовской области**

- ◆ прогнозное значение величины инвестиций в основной капитал Саратовской области - 50 616 млн. руб.;
- ◆ прогнозное значение величины инвестиций в новые основные фонды Саратовской области - 49 604 млн. руб.;
- ◆ инвестиционный потенциал региона - 60 бал.;
- ◆ инвестиционные риски региона - 80 бал.;
- ◆ инновационный потенциал региона - 40 бал.;
- ◆ инновационные риски региона - 90 бал.;
- ◆ налоговые инвестиционные преференции - 40 бал.;
- ◆ уровень стимулирования работников предприятий региона за разработку и внедрение инноваций - 40 бал.;
- ◆ чистый дисконтированный доход от вложения инвестиций в новые основные фонды - 5 456 руб.;
- ◆ интегральный показатель инвестиционной деятельности - 11 %;
- ◆ интегральный показатель инновационной деятельности - 8 %.



**Оптимистичный вариант  
вложения инвестиций в инновационное  
развитие Саратовской области**

♦ прогнозные значение величины инвестиций в основной капитал Саратовской области - 62 814 млн. руб.;

♦ прогнозные значение величины инвестиций в новые основные фонды Саратовской области - 61558 млн. руб.;

♦ инвестиционный потенциал региона - 90 бал.;

♦ инвестиционные риски региона - 40 бал.;

♦ инновационный потенциал региона - 80 бал.;

♦ инновационные риски региона - 40 бал.;

♦ налоговые инвестиционные преференции - 80 бал.;

♦ уровень стимулирования работников предприятий региона за разработку и внедрение инноваций - 90 бал.;

♦ чистый дисконтированный доход от вложения инвестиций в новые основные фонды - 15 390 руб.;

♦ интегральный показатель инвестиционной деятельности - 25 %

♦ интегральный показатель инновационной деятельности - 20 %.

**Наиболее вероятный вариант вложения  
инвестиций в инновационное развитие  
Саратовской области (стабилизация)**

♦ прогнозные значение величины инвестиций в основной капитал Саратовской области - 59 879 млн. руб.;

♦ прогнозные значение величины инвестиций в новые основные фонды Саратовской области - 61 502 млн. руб.;

♦ инвестиционный потенциал региона - 75 бал.;

♦ инвестиционные риски региона - 60 бал.;

♦ инновационный потенциал региона - 60 бал.;

♦ инновационные риски региона - 65 бал.;

♦ налоговые инвестиционные преференции - 60 бал.;

♦ уровень стимулирования работников предприятий региона за разработку и внедрение инноваций - 65 бал.;

♦ чистый дисконтированный доход от вложения инвестиций в новые основные фонды - 11 070 руб.;

♦ интегральный показатель инвестиционной деятельности - 18 %

♦ интегральный показатель инновационной деятельности - 16 %.

<sup>1</sup> График составлен по: Инвестиционная деятельность в Саратовской области в 2005 г. : стат. бюл. Саратов, 2006. № 26 (785) - 08. С. 35; Инвестиционная деятельность в Саратовской области в 2006 г. : стат. бюл. Саратов, 2007. № 27 (942) - 08. С. 36; Инвестиционная деятельность в Саратовской области в 2007 г. : стат. бюл. Саратов, 2007. № 21 (1087) - 08. С. 35.

<sup>2</sup> Составлено по тем же источникам.

<sup>3</sup> Составлено по тем же источникам.

<sup>4</sup> Составлено по тем же источникам.

<sup>5</sup> Составлено по тем же источникам.

<sup>6</sup> <http://www.gazeta.ru/financial/2008/11/18/2887422.shtml>.

<sup>7</sup> <http://www.regnum.ru/dossier/1505.html> (689 новостей).

*Поступила в редакцию 31.03.2010 г.*