

В. В. Бринза, А. В. Германова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В ВУЗЕ

V. V. Brinza, A. V. Germanova

Modeling the abilities to activate the process of university intellectual property creation

The article considers economical and mathematical methods for modeling of university innovation activity. The main factors, affecting scientific and research activity of the university, and recommendations for innovation management are also examined.

Научный и научно-технический потенциал вузов составляет значимую долю отечественной науки. Достаточно констатировать, что свыше половины докторов наук работают именно в системе высшей школы. Вместе с тем в последние годы вклад вузовской науки в экономику знаний слишком мал даже на фоне сузившейся результативности академических и особенно отраслевых научно-исследовательских институтов. Не обсуждая многообразные проблемы сферы научных исследований и разработок, следует отметить, что необходимо разорвать замкнутый круг: недостаточное финансирование НИОКР — уменьшение масштабов научно-технической деятельности — слабая защита полученных научных и технических результатов или ее отсутствие — монотонное снижение конкурентоспособности вузов на рынке интеллектуальной собственности — низкая инвестиционная привлекательность научных разработок. Как отмечено в [1], создаваемая в высшей школе интеллектуальная собственность, являющаяся естественным следствием творческой деятельности университетских ученых, ценнейшим возобновляемым ресурсом, могла бы и должна играть заметную роль в ее экономике. Очевидно, резервы интенсификации процесса создания объектов интел-

лектуальной собственности в вузах не ограничиваются только объемами финансовых средств, направляемых на исследования и разработки, а определяются и системой организации науки.

Настоящая статья посвящена выявлению дополнительных организационных возможностей развития научно-исследовательской деятельности в вузе в области создания и защиты объектов интеллектуальной собственности. При этом, учитывая, что интеллектуальная собственность представляет собой товар, реализация которого на рынке должна приносить доходы, активность вуза в создании интеллектуальной собственности оценивали по степени востребованности результатов НИР, финансируемых из внебюджетных источников. О деятельности ученых вуза в области защиты результатов научно-исследовательской деятельности судили по эффективности патентования, представлению интеллектуальной собственности в виде ноу-хау и шире — использованию механизма коммерческой тайны, а также других возможных способов охраны и учета в качестве нематериальных активов [2].

Данные показатели рассматривали применительно к технологическому университету, исследования и разработки которого в наибольшей степени темати-

чески реализуются в области металлургии и материаловедения. Научный коллектив данного вуза объединяет ученых и специалистов, работающих в составе десятков кафедр и научно-исследовательских лабораторий, центров, ряда филиалов, подразделений научного обслуживания и опытных производств. Перечисленным составляющим организационной структуры научного комплекса университета присуща взаимосвязь, как между собой, так и с внешней средой, включающей поставщиков информации, научного оборудования, опытных материалов и т. д., потребителей научно-технической продукции, взаимодействующих и конкурирующих с вузом научных организаций, органов государственного управления.

Методика моделирования многовариантного развития научно-исследовательской деятельности в вузе

Системное описание деятельности научного комплекса рассматриваемого вуза, включая тенденции изменения его основных показателей в будущем, как указано в работе [3], возможно при использовании метода качественного моделирования. Данный метод базируется на применении аппарата взвешенных ориентированных графов с импульсной составляющей [4]. Ранее было определено, что наиболее оправданным является применение указанного метода для получения среднесрочных (сроком 5–7 лет) прогнозов.

Метод качественного моделирования не требует значительных объемов исходной информации, дает возможность рассмотреть данную структуру в целом, достаточно просто описывает динамические процессы изменения ее основных показателей, использует различные типы переменных (имеющих как числовую, так и нечисловую природу), обеспечивает быстрое получение результатов, удобства их интерпретации, гибкость модели, легкость ее дополнения и перестроения. В настоящее время этот метод становится рабочим инструментом содержательного изучения сложных организационных систем произвольной природы [5–8 и др.]. Построение импульсного взвешенного ориентированного графа, отображающего составляющие деятельности вуза по созданию и защите объектов интеллектуальной собственности, включает следующие этапы:

— определение блочной структуры моделируемой системы;

— детализация факторов и показателей, характеризующих каждый блок структуры;

— выявление связей между различными факторами и показателями;

— конкретизация временного шага изменения факторов и показателей, а также степень влияния друг на друга отдельных факторов;

— задание исходных уровней факторов.

Анализ показал, что деятельность моделируемого университетского научного комплекса представляет собой взаимодействие блоков, характеризующих его кадровый потенциал, административно-финансовое и хозяйственное влияние на него менеджмента университета, механизмы рыночного продвижения результатов научных исследований и разработок, научный потенциал, объемы исследований, выполняемых на основе бюджетного финансирования, объемы внебюджетных исследований и разработок, имидж науки вуза (рис. 1).

Детализация факторов и показателей для каждого из перечисленных выше обобщенных направлений деятельности вузовского научного комплекса представлена в таблице. Следует отметить, что среди детализированных величин выделены как непосредственно отражающие различные стороны научной деятельности технологического университета, так и характеризующие влияние внешней среды. К последним полностью или частично можно отнести факторы $X_1, X_2, X_4, X_{13}, X_{18}, X_{19}, X_{20}$. Приведенные в таблице факторы и показатели отвечают основным системообразующим признакам сложных социальных организационных систем [9].

Исходные значения факторов и показателей, а также степень тесноты их взаимосвязей определяли по результатам коллективной экспертизы. В качестве экспертов привлекали группу специалистов научно-исследовательской части вуза, имеющих опыт организации и координации деятельности по созданию научно-технической продукции. Обработку исходной экспертной информации осуществляли в соответствии с рекомендациями, приведенными в [3]. При этом средний уровень факторов приравнивали к 1,00. Повышение их значений свидетельствовало о развитии соответствующих направлений деятельности научного комплекса, а снижение — об их регрессе.

Преобразованные данные использовали для построения прогнозной многофакторной модели развития научного комплекса вуза. Доказательство адекватности результатов математического моделирования реальной картине изменения основных направлений вузовской науки дало возможность

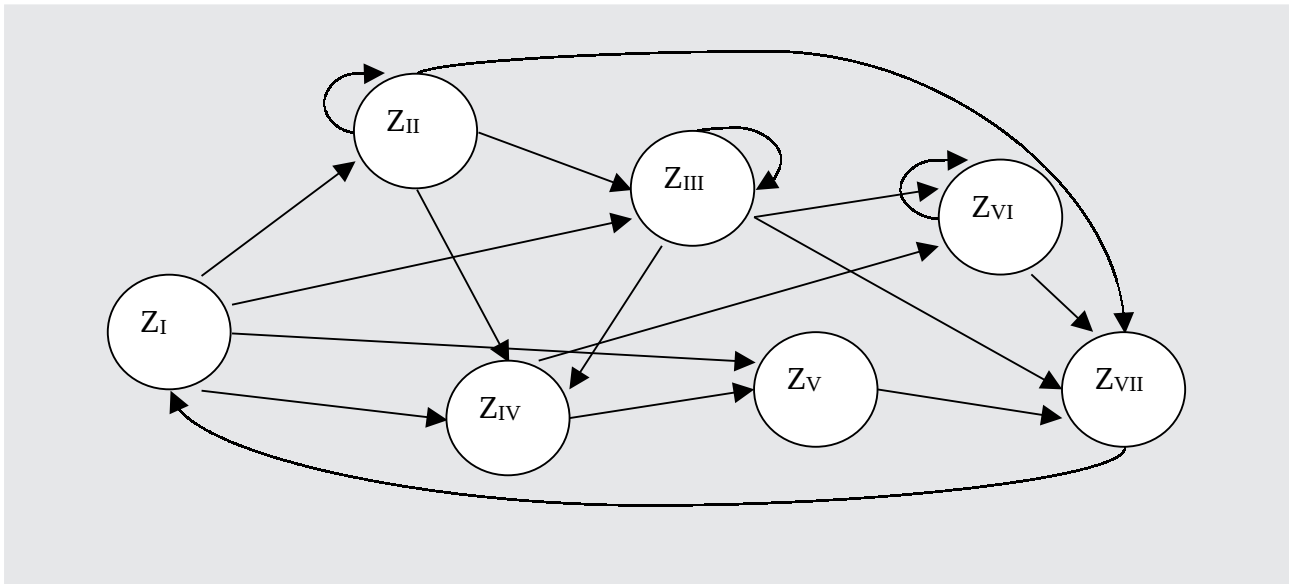


Рис. 1. Укрупненная структура ориентированного графа, отображающего деятельность научного комплекса вуза (обозначения элементов графа приведены в 1-м и 2-м столбцах табл.)

выявить внутренние резервы развития направлений деятельности по созданию и защите объектов интеллектуальной собственности (показателей Y_{20} и Y_{17}). Для максимально полного охвата сочетаний факторов, характеризующих исходное состояние научного комплекса вуза и влияющих на перспективный уровень Y_{20} и Y_{17} , использовали группировку в составе обобщенных составляющих $Z_I — Z_{VII}$, где, например, Z_I представлял собой сумму $X_1 + X_2 + X_3 + X_4$ (см. табл.).

Обобщение прогнозных модельных результатов для периода упреждения $t = 5$ лет при основных возможных сочетаниях исходных значений обобщенных величин $Z_I — Z_{VII}$ осуществляли путем многомерной полиномиальной аппроксимации вычисленных значений показателей Y_{17} и Y_{20} . Для аппроксимации использовали метод наименьших квадратов*.

Точность результатов аппроксимации оценивали по отношению среднего квадратического отклонения аппроксимированных значений показателей от исходных значений (S) к интервалу их изменения в вычислительном эксперименте (ΔY), а также по коэффициенту детерминации аппроксимированных и исходных значений показателей DET . Получено, что перечисленные характери-

ки точности аппроксимации Y_{17} и Y_{20} равны соответственно:

$$\begin{aligned} S_{17} / \Delta Y_{17} &= 0,035; (DET)_{17} = 0,899; \\ S_{20} / \Delta Y_{20} &= 0,036; (DET)_{20} = 0,870. \end{aligned}$$

Высокий уровень характеристик точности дает возможность использовать полученные зависимости для систематического анализа возможностей эффективного развития составляющих научно-исследовательской деятельности вуза, направленных на создание и защиту объектов интеллектуальной собственности. Наглядность анализа обеспечивали графическим отображением результатов аппроксимации показателей Y_{17} и Y_{20} при множественном варьировании начальных значений составляющих научного комплекса.

Определение условий перспективного увеличения объемов НИР, финансируемых из внебюджетных источников

Результаты моделирования показали, что при естественном развитии событий, т. е. при сочетании начальных значений обобщенных факторов, соответствующих их существующему уровню

* Математическую обработку результатов вычислительного эксперимента проводил А. В. Коровин.

($Z_I = 0,98$; $Z_{II} = 0,88$; $Z_{III} = 0,88$; $Z_{IV} = 0,96$; $Z_V = 0,85$; $Z_{VI} = 0,85$; $Z_{VII} = 1,00$), прогноз изменения показателя Y_{20} не является оптимистичным. Количество исследований и разработок, выполняемых учеными университета за счет средств из внебюджетных финансовых источников, в среднесрочной перспективе значимо снижается (рис. 2). Снижение данной величины неравномерно. Динамика двухлетнего будущего характеризует среднюю степень снижения показателя Y_{20} , а в последующие годы ожидается все более интенсивное уменьшение его прогнозируемой величины. Необходимость преодоления такой негативной тенденции в востребованности НИР со стороны заказчиков требует определения компенсирующих эту отрицательную динамику источников.

В этой связи определено, что большинство из составляющих научно-исследовательской деятельности в вузе могут оказать на объемы внебюджетного финансирования НИР значимое воздействие уже в начальный период при $t = 0$ (рис. 2, а, з, ж, к). Однако неконтролируемое варьирование существенной части составляющих может привести в основном к снижению Y_{20} . Данное утверждение касается не только последствий снижения факторов, но в ряде случаев и их повышения. Последнее зафиксировано по отношению к приращению начальных значений факторов Z_I и Z_{IV} (рис. 2, а, з) и объясняется возрастанием поддержки альтернативного блока НИР за счет бюджетного финансирования, который «переключает» часть научного потенциала вуза на себя. Дополнительному приросту значений рассматриваемого показателя способствует ограниченное число сочетаний обобщенных факторов. Среди них следует отметить следующие:

- укрепление кадрового потенциала научного комплекса и повышение имиджа научной школы вуза (рис. 2, а, к);

- обеспечение роста научного потенциала — совокупности факторов, объединенных в структуру Z_{III} (рис. 2, з).

Приведенный перечень составляющих вузовской науки инерционен, поэтому быстрый рост рассматриваемого показателя маловероятен.

Выявлено также неоднозначное влияние на величину Y_{20} механизмов продвижения на рынок научно-технической продукции, объединенных в структуре Z_V (см. табл.). Получено (рис. 2, ж), что рост этого обобщенного фактора в интервале от действующего при $t = 0$ значения $Z_{VI} = 0,85$ до $Z_{VI} = 1,00$ способствует увеличению востребованности

в результатах НИР со стороны внебюджетных заказчиков, а в интервале $Z_{VI} = 0,85 \dots 0,70$ — наоборот, ее значимому снижению. По-видимому, отмеченный факт свидетельствует о том, что неподкрепленность активных предложений потенциальным заказчикам разработок реальными возможностями реализации значительных объемов НИР рождает эффект антирекламы. Стремление избежать отрицательного эффекта обуславливает дифференцированное и дозированное использование рыночных механизмов: маркетинга и рекламы научно-технической продукции, а также вариантов защиты получаемой интеллектуальной собственности, в зависимости от реальных возможностей вуза.

Период прогнозирования закономерностей изменения величины Y_{20} , соответствующий $t = 2$ годам, характеризуется более однозначным проявлением влияния на него со стороны факторов моделируемой системы, чем для исходного периода. Здесь основная часть сочетаний начальных значений обобщенных факторов приводит к низкому уровню Y_{20} (рис. 2, б, д, з, л). Предотвращение сценариев резкого снижения востребованности результатов НИР на рынке интеллектуальной, в том числе промышленной, собственности находится в зависимости от их компенсации за счет резкого упреждающего повышения начальных значений составляющих научной деятельности в университете. Определено, что наиболее существенно на увеличение объемов внебюджетного научного финансирования влияет прирост исходных значений Z_I , Z_{II} , Z_{III} и Z_V (рис. 2, б, д, з). Максимизация этих обобщенных факторов при прочих равных условиях в совокупности может обеспечить рост рассматриваемого показателя до уровня $1,10 \dots 1,15$, оцениваемого по используемой в работе экспертной шкале как «выше среднего».

Увеличение продолжительности прогноза перспективной рыночной востребованности полученных в вузе результатов НИР до четырех лет значительно суживает вектор возможностей позитивного влияния на этот показатель текущих значений составляющих деятельности научного комплекса (рис. 2, в, е, и, м). Среди них определяющее влияние на повышение величины Y_{20} оказывает сочетание максимальных значений Z_I и Z_{II} . Соответственно, недооценка важности квалифицированного научного менеджмента и вложений в кадровый потенциал неизбежно приводит к критическому уровню рассматриваемого показателя (рис. 2, в).

Перечень составляющих научного комплекса вуза, включенных в математическую модель

Обобщенные составляющие деятельности (Z_i)		Частные факторы (X_j) и показатели (Y_j)	
номер п/п	наименование	номер п/п	наименование
I	Административно-финансовое и хозяйственное влияние менеджмента вуза	1	Централизованное управленческое воздействие на научный комплекс со стороны руководства вуза
		2	Эффективность обслуживания финансовых средств, полученных для выполнения научных исследований и разработок
		3	Уровень эксплуатационных расходов в научно-исследовательской деятельности
		4	Активность сдачи в аренду помещений и оборудования научных подразделений вуза
II	Кадровый потенциал	5	Численность научных сотрудников
		6	Возрастной состав учёных и специалистов
		7	Квалификация научных сотрудников
		8	Результаты работы аспирантуры
III	Научный потенциал	9	Научно-исследовательская работа студентов
		10	Материальная база научных исследований и разработок
		11	Значимость научных результатов, получаемых при выполнении фундаментальных исследований
		12	Количество научных публикаций и степень участия в научных и научно-технических конференциях
IV	Развитие научных исследований, выполняемых на основе бюджетного финансирования	13	Объемы госбюджетного финансирования научных исследований и разработок
		14	Степень участия в конкурсах на проведение научно-исследовательских работ, организуемых министерствами, ведомствами, научными фондами
V	Рыночные механизмы продвижения результатов научных исследований и разработок	15	Реклама научно-технической продукции, участие в выставках
		16	Маркетинг научно-технической продукции
		17	Деятельность по защите интеллектуальной собственности
		18	Установление и развитие всесторонних связей с заказчиками научно-технической продукции
VI	Количество исследований и разработок, финансируемых из внебюджетных источников	19	Объемы финансовых средств, получаемые от зарубежных заказчиков научно-технической продукции
		20	Степень востребованности результатов НИР, финансируемых из внебюджетных источников отечественными заказчиками
		21	Доходы от оказания наукоемких услуг
		22	Участие в реализации инновационных научно-технических проектов
VII	Общее представление об авторитете научной школы вуза	23	Имидж науки вуза

В целом полученные результаты показывают значимую разницу в характере эффективных управляющих воздействий в рамках текущей, краткосрочной (до двух лет) и среднесрочной (до четырех-пяти лет) рыночной составляющей научной политики. При этом выявлено наличие множественных, но ограниченных «внутренних» резервов увеличения внебюджетного финансирования научных исследований и разработок в текущий период и единичных, но ключевых возмож-

ностей прироста объема внебюджетных НИР в среднесрочной перспективе. К ним относятся высококвалифицированный менеджмент научным комплексом, повышенное внимание к нему руководства вуза, а также результативная кадровая политика, направленная на прирост кадрового потенциала коллектива ученых и специалистов университета.

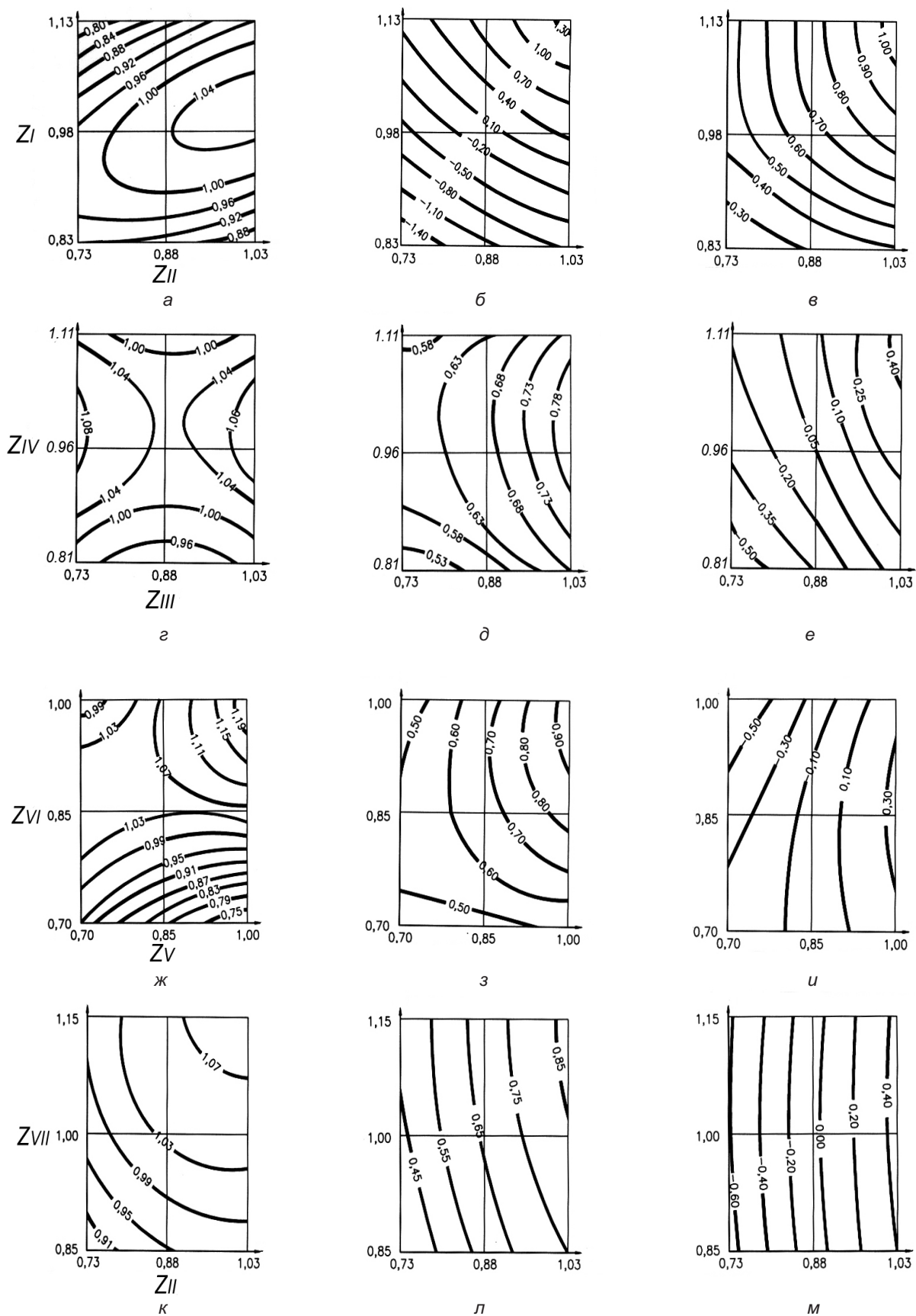


Рис. 2. Прогнозируемое влияние обобщенных составляющих деятельности научного комплекса вуза на показатель Y_{20} , характеризующий объемы НИР, финансируемых из внебюджетных источников, для $t = 0$: а, г, ж, к; $t = 2$ года: б, д, з, л и $t = 4$ года: в, е, и, м

Установление факторов, способствующих повышению результативности защиты создаваемой интеллектуальной собственности

Расчеты прогнозной динамики показателя Y_{17} в рамках реализуемого сценария демонстрируют слабое снижение его уровня в течение краткосрочного (двухлетнего) и резкий спад к концу среднесрочного периодов (рис. 3). Вместе с тем организация деятельности вуза по защите создаваемой интеллектуальной собственности к началу исследования достаточно устойчива и в количественном представлении при варьировании влияющих на него обобщенных факторов изменяется от 0,83 до 1,23 при среднем значении, равном 1,05. Отмеченное изменение рассматриваемого показателя происходит на фоне следующих управляющих воздействий обобщенных факторов:

- положительный характер влияния менеджмента вуза (Z_I) и кадрового научного потенциала (Z_{II}) только до момента достижения показателем устойчивого среднего уровня (рис. 3, а);

- отсутствие влияния научного задела (Z_{III}) и положительный прирост показателя Y_{17} с приращением объемов научных исследований, выполняемых на основе бюджетного финансирования (рис. 3, з), а также с повышением имиджа научной школы вуза (рис. 3, к);

- значимое дополнительное стимулирующее воздействие со стороны рыночных механизмов продвижения результатов НИР (рис. 3, ж);

- дифференцированный характер влияния на величину Y_{17} со стороны фактора Z_{VI} (количества НИР, финансируемых из внебюджетных источников), повышение которого при отсутствии рыночных механизмов продвижения результатов НИР приводит к существенному уменьшению уровня показателя, а в случае активного действия этих механизмов — к максимально возможному его росту (рис. 3, ж).

Результаты краткосрочного прогнозирования закономерностей развития в вузе деятельности по защите созданной интеллектуальной собственности ($t = 2$ года) показывают выравнивание степени влияния на рассматриваемый показатель совокупности обобщенных факторов $Z_I — Z_{VI}$ (рис. 3, б, д, з, л). Долевой положительный вклад, вносимый увеличением каждого из них на рост Y_{17} , в среднем находится в следующей пропорции с другими: $Z_I : Z_{II} : Z_V : Z_{VI} : Z_{III} : Z_{IV} = 0,27 : 0,24 : 0,22 : 0,14 :$

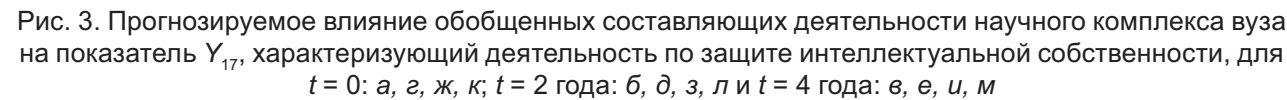
$0,07 : 0,06$. При этом действие менеджмента вуза и кадрового научного потенциала на показатель Y_{17} становится монотонным, что не соответствует зафиксированному выше их неоднородному влиянию для $t = 0$ (рис. 3, а).

Среднесрочный (при $t = 4$ года) прогноз результативности деятельности в области защиты интеллектуальной собственности по ожидаемому интервалу разброса рассматриваемого показателя и степени влияния на него составляющих вузовского научного комплекса близок к рассмотренному показателю Y_{20} . Основной вклад в поддержание величины Y_{17} на высоком уровне вносит активная политика менеджмента в области науки и мощный кадровый научный потенциал. Недооценка этих факторов приводит в четырех-, пятилетней перспективе практически к свертыванию деятельности по защите созданной в университете интеллектуальной собственности (рис. 3, в), что зачастую и наблюдается в целом ряде вузов. Компенсация недостаточной поддержки рассматриваемой составляющей вузовского научного комплекса со стороны факторов Z_I и Z_{II} за счет увеличения значений других обобщенных факторных влияний может способствовать лишь замедлению прогнозируемого снижения уровня Y_{17} (рис. 3, в, е, и, м). Полученный вывод о разноплановости текущих, краткосрочных и среднесрочных управляющих воздействий на объемы НИР, финансируемых из внебюджетных источников (показатель Y_{20}), подтверждается и по отношению к показателю, характеризующему уровень работ по защите объектов интеллектуальной собственности. По-видимому, данный факт является отличительной стороной менеджмента в области организации научно-исследовательской деятельности.

Обобщение результатов определения внутренних резервов создания интеллектуальной собственности

Таким образом, привлечение метода качественного моделирования применительно к деятельности научного комплекса технологического университета определило существование целого ряда возможностей активизации процесса создания интеллектуальной собственности в рыночных условиях.

Среди них в краткосрочной и среднесрочной перспективе подтверждается неопределимая роль высококвалифицированного научного менеджмента, имеющего опыт организации всех основных



стадий создания и защиты интеллектуальной собственности. Это делает необходимым целенаправленный поиск кандидатов, подготовку и повышение квалификации научных менеджеров по аналогии со сферой бизнеса.

Центральное положение занимает кадровый потенциал вузовского научного комплекса. Как известно, научные кадры университета не ограничиваются профессорами и преподавателями, уделяющими время научным исследованиям. Однако место штатных научных сотрудников в высшей школе в силу ряда обстоятельств неоправданно второстепенно. Их статус во многом проигрывает и в сопоставлении со статусом коллег из институтов Академии наук, также испытывающих многие проблемы. Между тем деятельность многих вузовских проблемных и отраслевых научно-исследовательских лабораторий, НИИ при вузах к началу 90-х гг. показывала высокую эффективность. Восстановление престижа научного сотрудника — основная возможность усиления кадрового потенциала исследовательского университета, ставящего задачу создания интеллектуальной собственности в качестве ключевой.

В условиях ограниченной поддержки процесса организации НИР выявлено наличие конкуренции между ресурсами, задействованными в фундаментальных и отчасти прикладных исследованиях, финансируемых по госбюджетным каналам, а также в коммерциализированных разработках. Хотя первые призваны создавать опору для развития вторых. Преодоление такой конкуренции путем обеспечения преемственности основных стадий научной и научно-технической деятельности и частичного их совмещения — еще один резерв активизации создания интеллектуальной собственности.

Следует также отметить недооцененность среди используемых рыночных механизмов такой важной составляющей, как маркетинг научно-технической продукции.

Наконец, показано, что для рассматриваемого университетского научного комплекса адаптация к рыночным отношениям требует не только опе-

ративного текущего реагирования на потребности потенциальных заказчиков научно-технической продукции, но и выверенного стратегического планирования. Целевые направленности оперативного и стратегического управления не совпадают. Существенную поддержку требуемому многопозиционному управленческому стилю могут оказать результаты качественного моделирования организационных структур, которые, как следует из данной работы, предоставляют необходимую информацию для принятия компромиссных решений, удовлетворяющих текущей ситуации и перспективным задачам развития с учетом особенностей конкретного вуза.

Литература

1. *Раздолин А. М.* Вузы России: интеллектуальная собственность и интеллектуальная деятельность // Организация работ в области интеллектуальной собственности в системе управления научно-инновационной деятельности в вузе: Сб. докл. науч.-метод. семинара. Ярославль, 1997. С. 29–35.
2. *Козырев А. Н.* Оценка интеллектуальной собственности. М.: Экспертное Бюро-М, 1997. 215 с.
3. *Бринза В. В., Коровин А. В., Рябова А. В.* Математическое моделирование процесса организации научно-исследовательской деятельности в вузе // Черная металлургия. 1999. № 11. С. 72–77 (Изв. вузов).
4. *Робертс Р. С.* Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам / Пер. с англ. М.: Наука, 1986. 496 с.
5. *Бринза В. В., Коровин А. В., Лосицкий А. Ф. и др.* Технический комплекс металлургического завода: моделирование перспектив развития // Национальная металлургия. 2003. № 1. С. 87–94.
6. *Хван В. В., Бринза В. В., Соловьев В. П. и др.* Моделирование развития основных направлений деятельности вуза // Качество. Инновации. Образование. 2004. № 3. С. 18–27.
7. *Авдеева З. К., Коврига С. В., Максимов В. И.* Применение структурно-целевого анализа при определении целей и конфликтных областей развития социально-экономического объекта // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: Сб. тр. Третьей междунар. конф. М., 2003. Т. 1. С. 28–50.
8. *Макаренко Д. И.* Когнитивное моделирование государственной военно-технической политики // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: Сб. тр. Третьей междунар. конф. М., 2003. Т. 1. С. 161–177.
9. *Беляев А. А., Коротков Э. М.* Системология организации: Учеб. М.: Инфра-М, 2000. 182 с.