

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МАТРИЦЫ***

А.А. Мальцева, Научно-методический центр
по инновационной деятельности высшей школы им. Е.А. Лурье
Тверского государственного университета

А.Л. Баскакова, Научно-методический центр
по инновационной деятельности высшей школы им. Е.А. Лурье
Тверского государственного университета

С.В. Архипов, Тверской государственный университет

В статье излагаются результаты исследования, направленные на детальное изучение взаимосвязей между показателями системы, характеризующей инновационное развитие регионов и составленной с использованием двухступенчатой авторской методики, базирующейся на применении модели Раша. Использование в качестве инструмента исследования корреляционной матрицы обеспечивает дополнительные возможности по выявлению наиболее тесных связей в системе, что позволяет скоординировать управленческие воздействия на социально-экономическую систему региона.

Ключевые слова: инновационное развитие, индикатор, показатель, корреляционная матрица, взаимосвязь, фактор

Составленная в рамках исследований авторским коллективом система показателей инновационного развития, обладающая свойствами избыточности и непротиворечивости [1], нуждается в детальном изучении для целей использования ее в управлении регионом.

Система включает в себя 32 индикатора с разной степенью влияния на итоговый результат, что обусловлено их экономическим смыслом и подтверждено в рамках статистической обработки массивов статистических данных по регионам Российской Федерации за последние 7 лет. Условно индикаторы разделены на результирующие, факторы непосредственного и опо-

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ «Система показателей для рейтинговой оценки инновационного развития регионов Российской Федерации как элемент мониторинга эффективности трансформационных процессов»

средованного влияния, что в значительной мере характеризует их влияние на результативность инновационной деятельности в регионе [2].

Для исследования взаимного влияния индикаторов системы была составлена корреляционная матрица по их значениям в регионах Российской Федерации за период 2007-2013 гг., с использованием которой были построены графы для результирующих показателей x_1, x_2, x_3, x_4 , в которых отражены их ключевые взаимосвязи с факторами непосредственного и опосредованного влияния:

- «Доля экспорта технологий и услуг технического характера в его общей величине» (x_1);
- «Число созданных передовых производственных технологий на 1 организацию, выполнявшую научные исследования и разработки, шт.» (x_2);
- «Инновационная активность организаций, %» (x_3);
- «Объем инновационных товаров, работ, услуг в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (x_4).

С помощью построенных корреляционных графов имеется возможность отслеживать влияние отдельных показателей на общий результат в рамках решения задачи по корректировке удельных весов факторов модели и исследования вопросов управления инновационным развитием территории с использованием предлагаемой методики.

Анализ корреляционной матрицы показал наличие 496 корреляционных связей, из которых 72% (359) характеризуются весьма низкими значениями коэффициента корреляции и не соответствуют критерию Стьюдента, т.е. связи между индикаторами практически полностью отсутствуют. Невысокое количество сильных связей между индикаторами демонстрирует качественные характеристики системы - высокую долю взаимно независимых показателей, характеризующих разные аспекты в сфере инноваций.

На рисунке 1 приведен граф для результирующего показателя «Доля экспорта технологий и услуг технического характера в его общей величине» (x_1).

Корреляционная матрица выявила прямую связь показателя x_1 со следующими индикаторами:

- «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1);
- «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3);

- «Среднее число учеников общеобразовательных организаций на 1 учителя, чел.» (z_5);
- «Выпуск газет на 1000 человек населения, шт.» (z_{18}).

При этом отмечается, что средняя степень зависимости выявлена между показателем x_1 и факторами опосредованного влияния «Среднее число учеников общеобразовательных организаций на 1 учителя, чел.» (z_5), «Выпуск газет на 1000 человек населения, шт.» (z_{18}). Слабая связь отмечается с факторами непосредственного влияния «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1) и «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3).

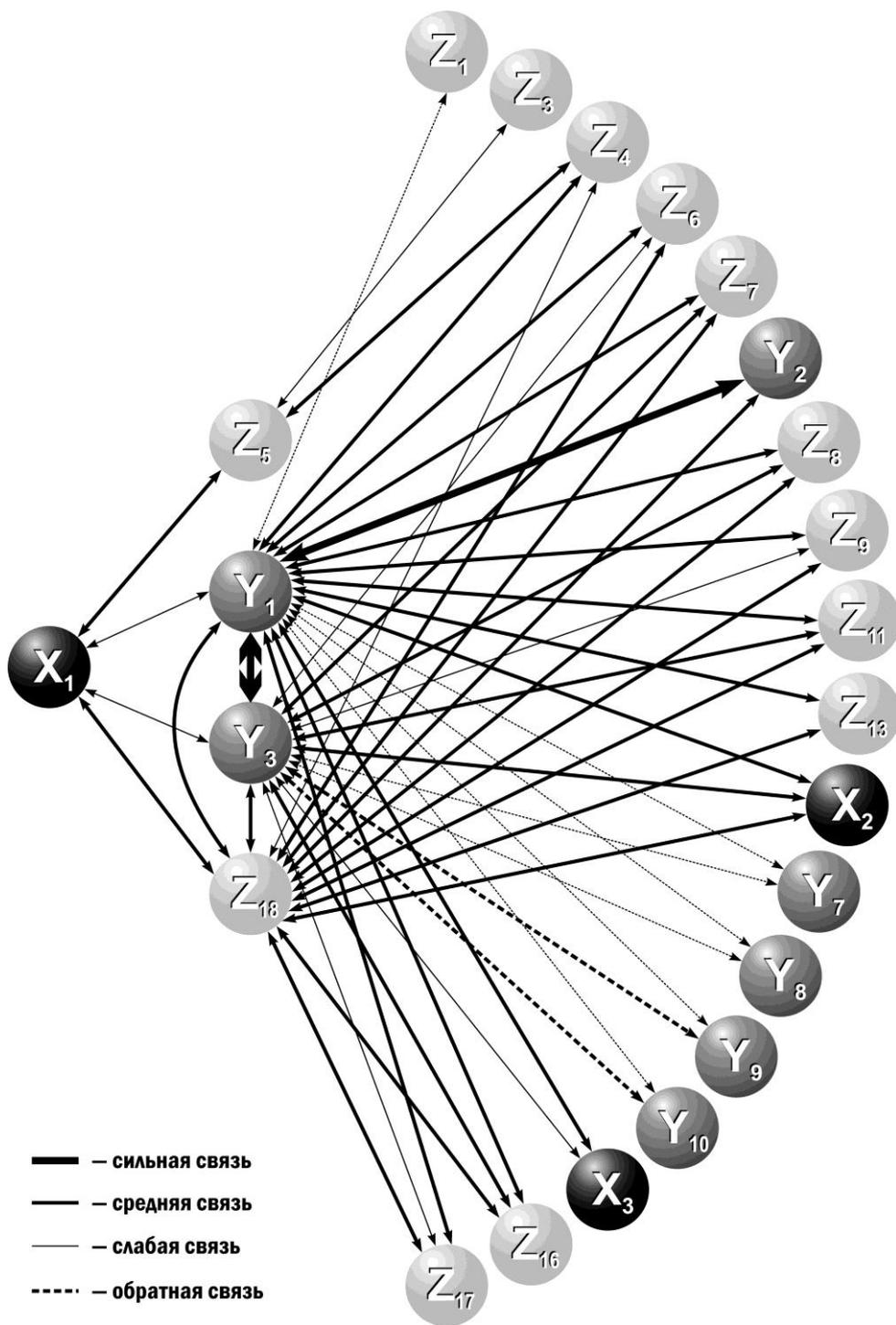


Рисунок 1 — Граф для результирующего показателя «Доля экспорта технологий и услуг технического характера в его общей величине» (x_1)

Представленные здесь и ниже связи установлены на эмпирическом уровне и в ряде случаев не могут быть интерпретированы с экономической точки зрения. Установленные связи демонстрируют сложившиеся зависимости, которые могут быть использованы в оценке и управлении региональной экономической системой.

При этом рост отдельных показателей формально не может привести к увеличению других, при этом региональная экономическая система, переходя в равновесное состояние, с высокой долей вероятности обеспечит в перспективе пропорциональное изменение значений связанных индикаторов.

Число факторов косвенного влияния на данный результирующий показатель через факторы прямого влияния значительно — 18. Среди них наиболее сильная связь с фактором непосредственного влияния «Численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел.» (y_2) (через фактор прямого влияния y_1). Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, а также исследователей с учеными степенями является количественной характеристикой человеческого капитала региона, который является ключевым ресурсом развития экспортноориентированной инновационной деятельности.

Средняя степень взаимосвязи выявлена с факторами опосредованного влияния «Выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием на 10000 населения, чел.» (z_7), «Удельный вес организаций, имевших веб-сайт, %» (z_8), «Плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 000 км² территории» (z_{11}), «Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды» (z_{13}), «Численность зрителей театров на 1000 человек населения, чел.» (z_{16}), «Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт.» (z_{17}).

Более слабая связь выявлена с факторами опосредованного влияния «Удельный вес убыточных организаций, %» (z_3), «Доля налоговых доходов в консолидированном бюджете» (z_4), «Прием на обучение по программам на 10 000 населения высшего профессионального образования, чел.» (z_6), «Число персональных компьютеров на 100 работников, шт.» (z_9).

Отмечается обратная связь с факторами непосредственного влияния «Количество патентных заявок на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_7), «Количество полученных патентов на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_8), «Количество патентных заявок на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_9), «Количество полученных патентов на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_{10}) и фактором опосредованного влияния «Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, чел.» (z_1). Установленная обратная зависимость обусловлена существующими деформациями в системе охраны интеллектуальной собственности ввиду того, что зачастую патентные заявки и сами полученные патенты ввиду их низкой коммерческой ценности являются по сути фор-

мальными документами, непосредственно не определяющими дальнейшие технологические новации в реальном секторе экономики.

С помощью построенного графа прослеживается непрямая связь между результирующими показателями x_1 , x_2 , x_3 , причем связь между x_1 и x_2 сильнее чем между x_1 и x_3 .

Влияние показателя x_2 на x_1 осуществляется через фактор прямого влияния z_{18} , который относится к опосредованным индикаторам. При этом, указанная связь носит исключительно формальный характер и демонстрирует, что в регионах с высоким значением одного результирующего показателя со значительной долей вероятности будет наблюдаться высокие значения и других результирующих показателей.

На рисунке 2 приведен граф для результирующего показателя **«Число созданных передовых производственных технологий на 1 организацию, выполняющую научные исследования и разработки, шт.»** (x_2).

Корреляционная матрица выявила прямую связь показателя x_2 со следующими индикаторами:

- «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1);
- «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3);
- «Плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 000 км² территории» (z_{11});
- «Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды» (z_{13}).

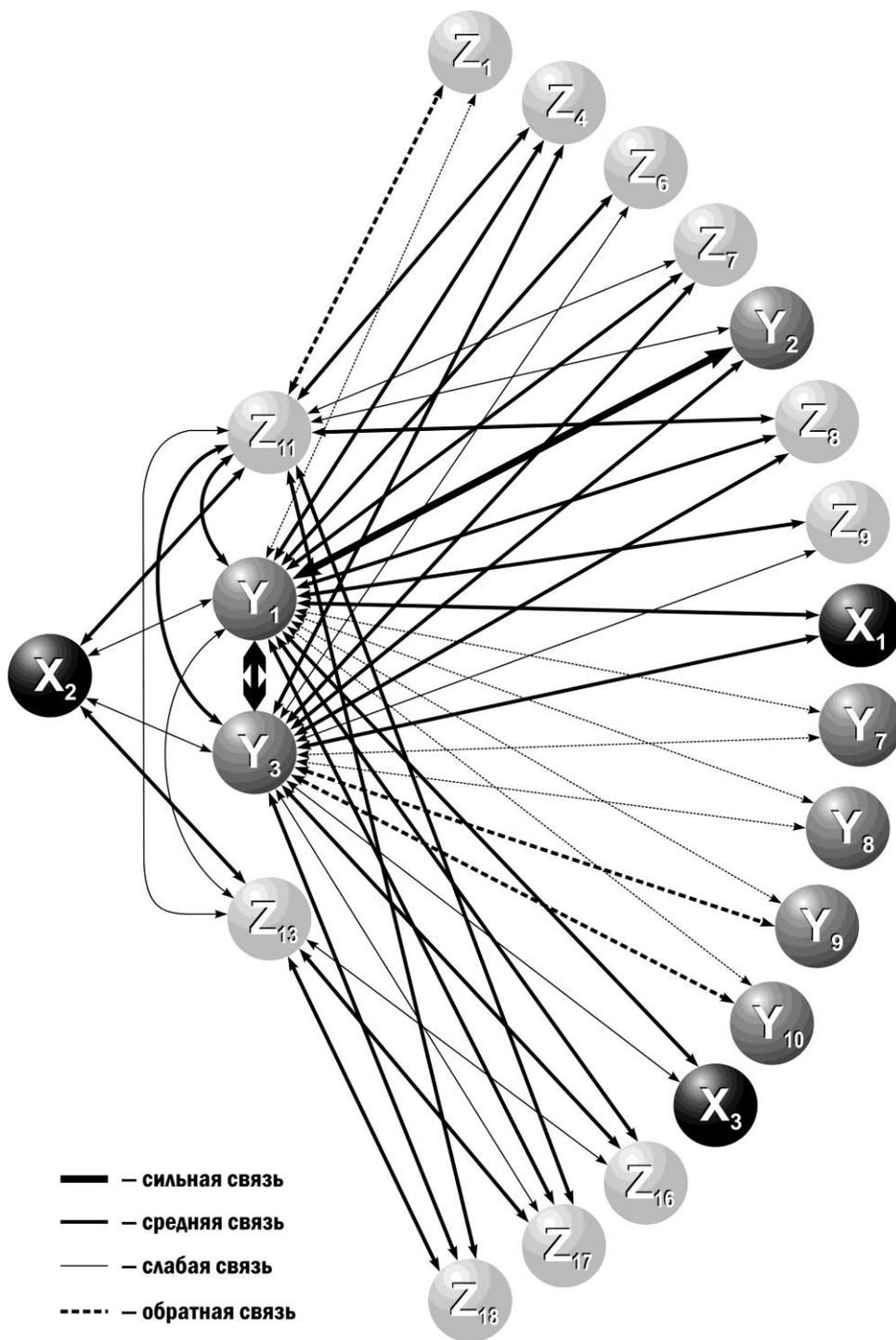


Рисунок 2 — Граф для результирующего показателя «Число созданных передовых производственных технологий на 1 организацию, выполнявшую научные исследования и разработки, шт.» (x_2)

Средняя степень связи выявлена между показателем x_2 и факторами опосредованного влияния «Плотность железнодорожных путей общего поль-

зования, км путей на 10 000 км² территории» (z_{11}) и «Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды» (z_{13}).

Слабая связь, так же как и для результирующего показателя x_1 , отмечается с факторами непосредственного влияния «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1) и «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3).

Как и в предыдущем случае, финансовый и кадровый потенциал определяют возможности инновационного развития региона. Управление значениями индикаторов y_1 и y_3 обеспечивает возможность создания синергетического эффекта, который может существенно увеличить результирующие показатели, характеризующие инновационную сферу региона.

Число факторов косвенного влияния на данный результирующий показатель через факторы прямого влияния — 16. Среди них, так же как и для результирующего показателя x_1 , наиболее сильная связь с фактором непосредственного влияния «Численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел.» (y_2) (через фактор прямого влияния y_1).

Средняя степень взаимосвязи выявлена с факторами опосредованного влияния «Доля налоговых доходов в консолидированном бюджете» (z_4), «Удельный вес организаций, имевших веб-сайт, %» (z_8), «Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт.» (z_{17}), «Выпуск газет на 1000 человек населения, шт.» (z_{18}).

Более слабая степень взаимосвязи выявлена с факторами опосредованного влияния «Прием на обучение по программам на 10 000 населения высшего профессионального образования, чел.» (z_6), «Выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием на 10000 населения, чел.» (z_7), «Число персональных компьютеров на 100 работников, шт.» (z_9), «Численность зрителей театров на 1000 человек населения, чел.» (z_{16}).

Так же как и для результирующего показателя x_1 , для x_2 отмечается обратная связь с факторами непосредственного влияния «Количество патентных заявок на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_7), «Количество полученных патентов на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_8), «Количество патентных заявок на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_9), «Количество полученных патентов на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_{10}) и фактором опосредованного влияния «Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населе-

ния, чел.» (z_1). Подобная зависимость наблюдалась и в предыдущем случае, что позволяет установить наличие четкой деформационной тенденции в сфере защиты интеллектуальной собственности в России.

С помощью построенного графа прослеживается непрямая связь между результирующими показателями x_1 , x_2 , x_3 , причем связь между x_2 и x_1 сильнее чем между x_2 и x_3 . Но, в отличие от графа для показателя x_1 , влияние показателя x_1 на x_2 осуществляется через факторы прямого влияния y_1 и y_3 , которые относятся к факторам непосредственного влияния, причем степень влияния через фактор y_1 сильнее чем через y_3 . Таким образом, рост численности исследователей с учеными степенями является одним из значимых факторов инновационного роста региона.

На рисунке 3 приведен граф для результирующего показателя **«Инновационная активность организаций, %»** (x_3).

Корреляционная матрица выявила прямую связь показателя x_3 со следующими индикаторами:

- «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1);
- «Численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел.» (y_2);
- «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3);
- «Число используемых передовых производственных технологий в среднем на 1 организацию» (y_6);
- «Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, чел.» (z_1);
- «Уровень безработицы, %» (z_2);
- «Прием на обучение по программам на 10 000 населения высшего профессионального образования, чел.» (z_6);
- «Выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием на 10000 населения, чел.» (z_7);
- «Удельный вес организаций, имевших веб-сайт, %» (z_8);
- «Число персональных компьютеров на 100 работников, шт.» (z_9);
- «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды на человека, млн. руб.» (z_{10});
- «Численность зрителей театров на 1000 человек населения, чел.» (z_{16}).

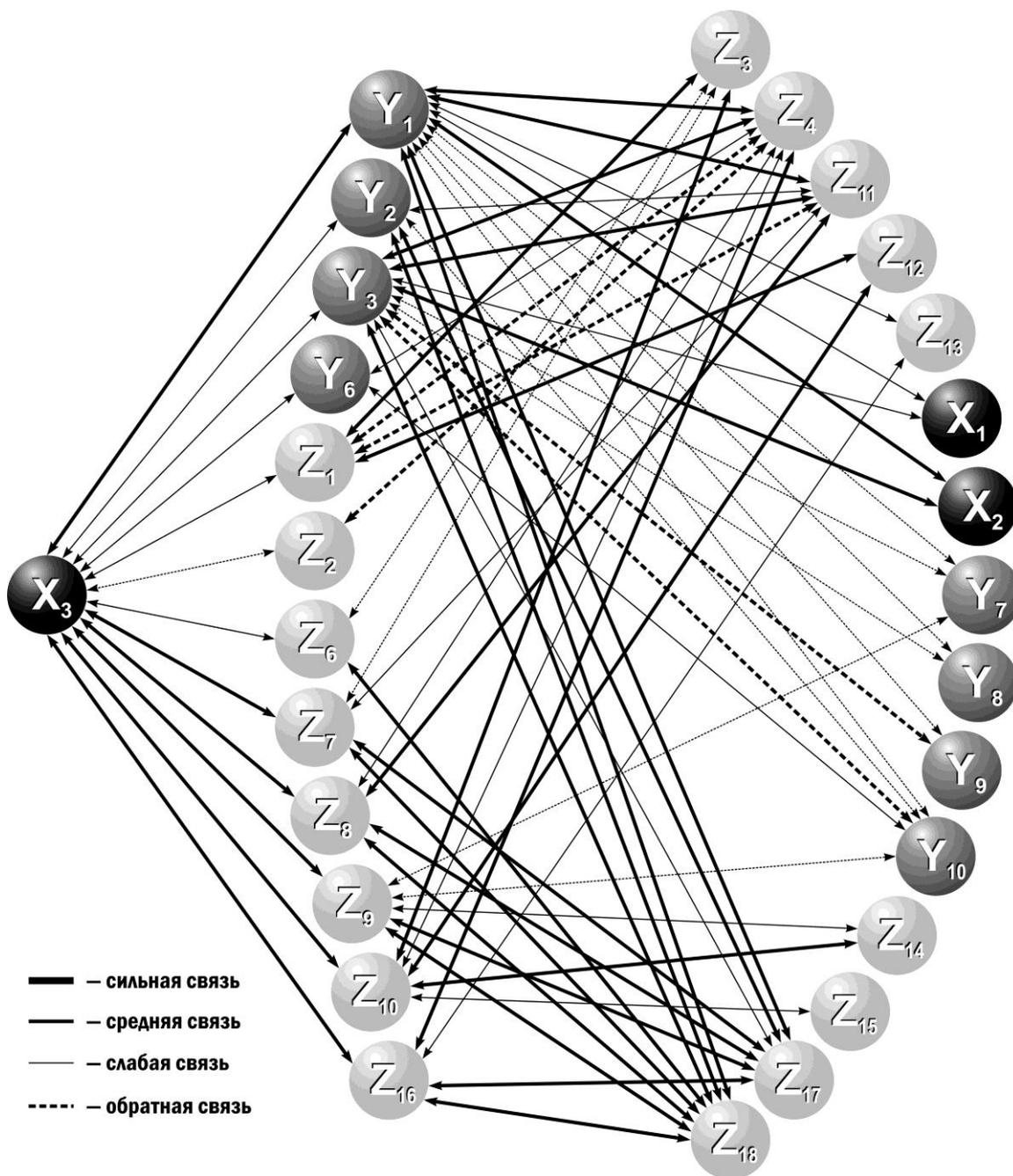


Рисунок 3 — Граф для результирующего показателя «Инновационная активность организаций, %» (x_3)

Как и в приведенных выше графах, существенное значение имеют индикаторы y_1 и y_3 , что дополнительно указывает на необходимость их мониторинга и разработки мероприятий, направленных на их увеличение.

Средняя степень связи выявлена между показателем x_3 и фактором непосредственного влияния «Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел.» (y_1), а также с факторами

опосредованного влияния «Выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием на 10000 населения, чел.» (z_7), «Удельный вес организаций, имевших веб-сайт, %» (z_8), «Число персональных компьютеров на 100 работников, шт.» (z_9), «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды на человека, млн. руб.» (z_{10}), «Численность зрителей театров на 1000 человек населения, чел.» (z_{16}).

Слабая связь отмечается с факторами непосредственного влияния «Численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел.» (y_2), «Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (y_3) и «Число используемых передовых производственных технологий в среднем на 1 организацию» (y_6).

Наблюдается также обратная связь между результирующим показателем x_3 и фактором опосредованного влияния «Уровень безработицы, %» (z_2).

Число факторов косвенного влияния на данный результирующий показатель через факторы прямого влияния — 15.

Средняя степень связи выявлена с факторами опосредованного влияния «Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб.» (z_{12}), «Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт.» (z_{17}), «Выпуск газет на 1000 человек населения, шт.» (z_{18}).

Более слабая степень взаимосвязи выявлена с факторами опосредованного влияния «Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды» (z_{13}), «Доля инвестиций в основной капитал в их общей величине» (z_{14}), «Затраты на информационные и коммуникационные технологии в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (z_{15}).

Отмечается обратная связь с факторами непосредственного влияния «Количество патентных заявок на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_7) (через факторы прямого влияния y_1 , y_3 , z_9), «Количество полученных патентов на изобретения на 1 исследователя, шт.» (y_8) (через факторы прямого влияния y_1 , y_3), «Количество патентных заявок на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_9) (через факторы прямого влияния y_1 , y_3), «Количество полученных патентов на полезные модели на 1 исследователя, шт.» (y_{10}) (через факторы прямого влияния y_1 , y_2 , y_3) и факторами опосредованного влияния «Удельный вес убыточных организаций, %» (z_3) (через факторы прямого влияния z_6 , z_7), «Доля налоговых доходов в консолидированном бюджете» (z_4) (через факторы прямого влияния z_1 , z_2) и «Плотность железнодорожных

путей общего пользования, км путей на 10 000 км² территории» (z_{11}) (через фактор прямого влияния z_1).

Причем, наблюдается обратная связь между результирующим показателем x_3 , фактором прямого влияния z_2 и фактором косвенного влияния z_4 .

С помощью построенного графа прослеживается непрямая связь между результирующими показателями x_1 , x_2 , x_3 , причем связь между x_3 и x_2 сильнее чем между x_3 и x_1 . Влияние показателя x_1 на x_2 осуществляется через факторы прямого влияния y_1 и y_3 , которые относятся к факторам непосредственного влияния, причем степень влияния через фактор y_1 сильнее чем через y_3 .

На рисунке 4 приведен граф для результирующего показателя «*Объем инновационных товаров, работ, услуг в среднем на 1 организацию, млн. руб.*» (x_4).

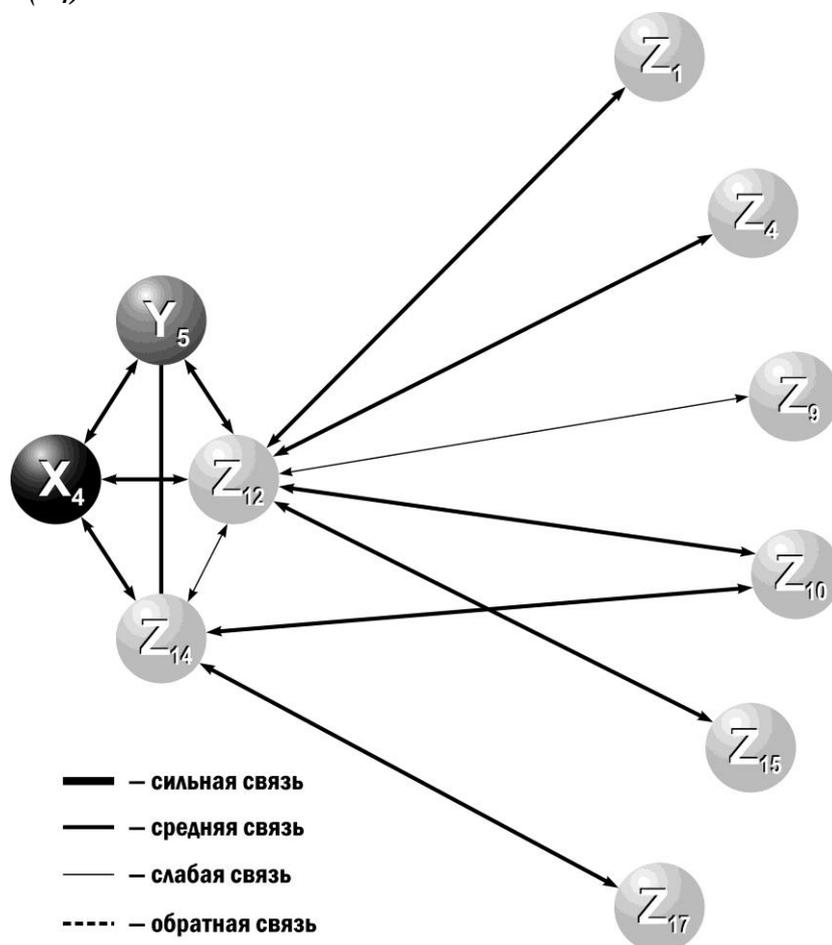


Рисунок 4 — Граф для результирующего показателя «Объем инновационных товаров, работ, услуг в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (x_4)

Корреляционная матрица выявила прямое взаимодействие x_4 со следующими индикаторами:

- «Средняя величина затрат на технологические инновации на 1 организацию, млн. руб.» (y_5);
- «Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб.» (z_{12});
- «Доля инвестиций в основной капитал в их общей величине» (z_{14}).

Сильная связь выявлена между результирующим показателем x_4 и фактором непосредственного влияния «Средняя величина затрат на технологические инновации на 1 организацию, млн. руб.» (y_5). Подобная тенденция имеет вполне определенное объяснение: чем выше понесенные затраты на технологические инновации, тем выше вероятность получения перспективного инновационного продукта.

Средняя степень связи выявлена между показателем x_4 и факторами опосредованного влияния «Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб.» (z_{12}) и «Доля инвестиций в основной капитал в их общей величине» (z_{14}). Для целей увеличения объемов инновационной продукции в большинстве случаев требуются существенные капитальные вложения, связанные с развитием производственных мощностей.

Число факторов косвенного влияния на данный результирующий показатель через факторы прямого влияния небольшое — 5, и все они относятся к факторам опосредованного влияния.

Средняя степень взаимосвязи выявлена с факторами опосредованного влияния «Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, чел.» (z_1), «Доля налоговых доходов в консолидированном бюджете» (z_4), «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды на человека, млн. руб.» (z_{10}), «Затраты на информационные и коммуникационные технологии в среднем на 1 организацию, млн. руб.» (z_{15}), «Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт.» (z_{17}).

Слабая степень взаимосвязи выявлена с фактором опосредованного влияния «Число персональных компьютеров на 100 работников, шт.» (z_9).

Таким образом, в результате анализа корреляционной матрицы были установлены и графически представлены выявленные связи между результирующими показателями системы индикаторов инновационности региона и факторами непосредственного и опосредованного влияния. В результате были установлены опосредованные взаимосвязи между результирующими по-

казателями, а также выявлены факторы непосредственного влияния, наиболее значимо влияющие на большинство результирующих показателей. К ним относятся численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел., численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел., внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб. Именно динамика перечисленных показателей в совокупности с результирующими создает ключевые тренды изменения инновационности, а также ввиду наличия взаимосвязей - эффект синергии. Это обуславливает необходимость поиска инструментов управления их значениями.

Установлена взаимнообратная зависимость между результирующими показателями и показателями патентной активности, что связывается исключительно с особенностями современной системы защиты интеллектуальной собственности и требует особого внимания как на федеральном, так и на региональном уровнях. Необходимо пересмотреть существующие подходы к отбору патентоспособных изобретений, совершенствовать законодательство в сфере интеллектуальной собственности, развивать рыночные механизмы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, в том числе на международном уровне.

Приведенные зависимости позволяют существенно упростить поиск наиболее значимых точек приложения управленческих воздействий и сократить ресурсы для получения максимального результата - наиболее высоких индикаторов в сфере инноваций на региональном уровне.

Список использованных источников

1. Мальцева А.А. Экспертно-аналитическая и статистическая методология формирования системы показателей для рейтинговой оценки инновационного развития регионов Российской Федерации: монография / Мальцева А.А., Дроздов В.И., Монахов И.А., Ключникова Е.В. — Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. 271 с.

2. Мальцева А.А., Ключникова Е.В. Построение регионального инновационного индекса с использованием метода экспертных оценок // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Экономика и управление» Тверь, 2015. № 2. С. 129-137.

RESEARCH OF SCORECARD OF INNOVATION DEVELOPMENT OF REGIONS USING THE CORRELATION MATRIX

A.A. Maltseva, Lurye Scientific and Methodological Center for Higher School Innovative Activity of Tver State University

A.L. Baskakova, Lurye Scientific and Methodological Center for Higher School Innovative Activity of Tver State University

S.V. Arkhipov, Department of Mathematical Statistics and Systems Analysis of Tver State University

The article presents the results of research aimed at detailed study of the relationship between indexes of system characterized the innovative development of regions and compiled using a two-step the author's methodology, based on the Rush model. Usage the correlation matrix as a tool of the study provides an additional opportunity to identify the strongest links in the system, which enables to coordinate the management impact on the socio-economic system of the region.

Keywords: innovative development, indicator, index, correlation matrix, correlation, factor

Об авторах:

МАЛЬЦЕВА Анна Андреевна, канд. экон. наук, доцент, директор, Научно-методический центр по инновационной деятельности высшей школы имени Е.А. Лурье Тверского государственного университета (Тверской ИнноЦентр), e-mail: 80179@list.ru

БАСКАКОВА Анна Леонидовна, старший научный сотрудник, Научно-методический центр по инновационной деятельности высшей школы имени Е.А. Лурье Тверского государственного университета (Тверской ИнноЦентр), e-mail: nat-tver@yandex.ru.

АРХИПОВ Сергей Викторович, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры математической статистики и системного анализа ТвГУ, Sergej.Arkhipov@tversu.ru.