

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР ПОСТРОЕНИЯ АГРАРНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

Представлена система методических процедур качественного и количественного оценивания аграрной инновационной системы (АИС) Республики Адыгея на основе понятий теории графов и методе анализа иерархий. Идентифицированы области, которые будут усилены и предложены варианты для улучшения работы аграрной инновационной системы.

REALIZATION OF SYSTEM OF METHODOICAL PROCEDURE OF ADYGEAS AGRARIAN INNOVATION SYSTEM FORMATION

Resume. The methods of quantitative and qualitative evaluation of agricultural system of the Republic of Adyghea are presented. The regions that will be improved have been indentified.

В аграрной политике государства важное значение имеют инновационные приоритеты, реализация которых требует разработки специальной инновационной политики и конкретных программных действий. Ныне нет четких рекомендаций и предложений по формированию такой политики как на федеральном так и на региональном уровнях, и тем более ее реализации применительно к условиям АПК. В связи с этим, необходимо разработать совокупность конкретных мероприятий, направленных на осуществление инновационных процессов и ускорение научно-технического развития агропромышленного производства. Для чего, на наш взгляд, целесообразно в рамках системного подхода выделить концептуальную структуру, характеризующую инновационную деятельность различных организаций (фирм, банков, государственных и частных НИИ, неправительственных организаций и т.п.), набор взаимосвязей между ними и факторы, порождающие эти взаимосвязи. Такой подход предполагает построить две экономико-математические модели аграрной инновационной системы (АИС), основанные на методе теории графов и методе анализа иерархий (МАИ).

Теоретико-графовая модель, разработанная Гудзоном и Ричардсоном [1] позволяет исследовать ключевые свойства региональной инновационной системы АПК, а метод анализа иерархий (МАИ) позволяет выделить наиболее значимые элементы. Во-первых – это звенья (каналы) между выделенными основными компонентами АИС, связывающие собранные данные и отображаемые в матричной форме. В таком случае, используя эти связи (каналы, звенья) создается структура причинно-следственной связи и возможные кластеры (группы, блоки) и тогда являются обнаруженными основные взаимодействия разводки целей (магистралей). В заключение делаются указания по построению и совершенствованию деятельности АИС.

Метод анализа иерархий [2,3] считается одним из наиболее эффективных целевых методов решения слабоструктурированных задач планирования и управления на различных уровнях экономической системы. Он состоит в декомпозиции проблемы на простые части и элементы, которые оцениваются по шкале МАИ в виде суждений. Затем на основании обработки суждений методами матричной алгебры получаются конечные оценки в решении рассматриваемой проблемы (построения оптимальной АИС). При этом определяется относительная степень взаимного влияния в иерар-

хии. Иерархии представляют собой определенный вид системы, основанный на предположении, что ее элементы могут группироваться в относительно не связанные множества.

Таким образом, синтез двух моделей позволит обосновать и построить организационную структуру АИС.

Связи между компонентами АИС устанавливаются на основе данных, полученных через анкетные опросы. Затем, используя эти связи, устанавливается причинно-следственная связь и структура, которые определяют возможные группы (или подсистемы) и пути их взаимодействия [4]. В заключение делаются предложения, которые способствуют разработке АИС.

Понятие 1 (Матрица Взаимодействия)

Ключевое преимущество представляемых сложных графов в матричной форме заключается в том, что матричная алгебра позволяет проверять лежащие в основе характеристики системы. Контролируемость, разрешимость и разложимость на составные части (декомпозируемость) системы может неожиданно помочь изучить граф с помощью преобразования матриц.

Предположим, что организация АИС преследует цели развития, распространения, и применения новых или улучшенных технологий в сельском хозяйстве. Предположим далее, что оно состоит из пяти акторов¹: высшие чиновники, которые обозначим символически буквой (P), исследовательские и образовательные учреждения (R), акторы занятые с обработкой информационных ресурсов (E), хозяйства всех категорий АПК (F), и внешние вспомогательные организации (A).

Взаимодействия между этими пятью акторами описываются условно двигаясь последовательно по часовой стрелке. Сначала акторов располагают на диагонали матрицы, таким образом, чтобы обеспечивать их бинарное взаимодействие в недиагональных ячейках матрицы АИС [o]. Взаимодействие обозначают двумя буквами PR и помещают в ячейке, на пересечении первой строки и второго столбца матрицы АИС [o] (см. рис. 1). Полученный таким образом термин «PR» обозначает, что актор P взаимодействует с актором R, и что P является инициатором этого взаимодействия. Аналогично, в ячейке второй строки, первого столбца помещается термин «RP» - взаимодействие между R и P, и что R является инициатором взаимодействия. Двойные взаимодействия в матрице АИС [o] представляют дорожки с одним краем, так как эти взаимодействия имеют место только между двумя актерами и не вовлекают никакого промежуточного актора (ов). Следует отметить, что PR, например, представляет дорожку с одним краем, обозначенную $P \rightarrow R$, так как P непосредственно влияет на R. Все остальные элементы матрицы строятся аналогичным образом.

$$AIS[o] = \begin{bmatrix} P & PR & PE & PF & PA \\ RP & R & RE & RF & RA \\ EP & ER & E & EF & EA \\ EP & FR & FE & F & FA \\ AP & AR & AE & AF & A \end{bmatrix}$$

Рис. 1 Матрица АИС [o]

Понятие 2 (Кодирование Матрицы Взаимодействия)

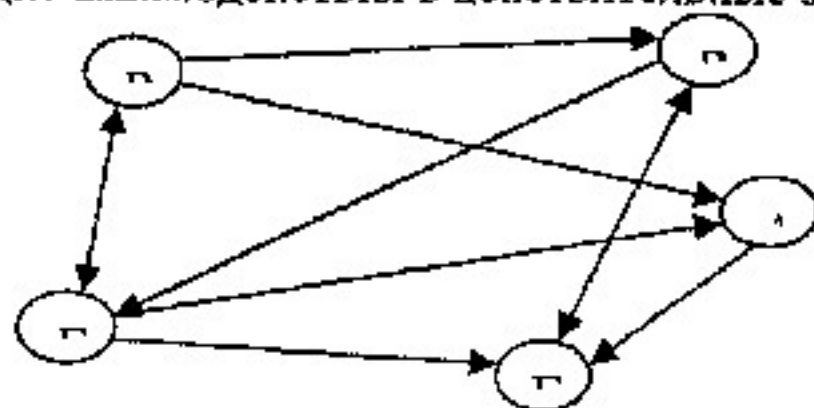
Двойные (бинарные) взаимодействия в АИС [o] кодируются единицей (1), если взаимодействие существует и оно важно для исследования, и нулем (0), если взаимодействие не существует, или если исследователь неспособен идентифицировать его, или если оно существует на незначительном уровне. Заполним для примера матрицу АИС [c] произвольно выбранными значениями 0 и 1:

$$AIS[c] = \begin{bmatrix} P & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & R & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & E & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & A \end{bmatrix} \text{ или}$$

P				
	R			
		E		
			F	
				A

¹ Актор - лицо или социальная группа, выполняющие определенные функции в обществе. Акторы - субъекты деятельности, действующие лица, участники тех или иных взаимодействий.

Согласно с этим кодированием в АИС [с], Р влияет на (R, E, A); R влияет на (E, F); E влияет на (P, F, A); F влияет только на R; и наконец, A влияет только на F. Заметим, что Р влияет на R, но не наоборот. Это представлено 1 в первой строке второго столбца и 0 во второй строке первого столбца. Точно так же F не влияет на A, но A влияет на F, которое представлено нулем (0) в четвертой строке пятого столбца и единицей (1) в пятой строке четвертого столбца. Очевидно, что в соответствии с принятыми соглашениями взаимодействия в матрице АИС [с] не обязательно являются направленными и симметричными. Другой способ представления той же самой информации как в матрице АИС [с] через так называемый *направленный граф* (или *диграф*). Диграф состоит из пяти вершин (или акторов) (P, R, E, F, A), и принимает вид неявной функции, которая переводит взаимодействия в действительные значения: 1 или 0.



Понятие 3 (Качественное Кодирование)

Бинарные (двойные) взаимодействия обозначаются (+) или (-) в зависимости от природы влияния одного актора на другого. Например, RE в матрице качественного кодирования АИС [q] принимает значение 1, указывая, что действия R влияют на E положительно. Напротив, значение -1 в ячейке FR указывает, что действия F влияют на R отрицательно. Такие ситуации могут легко возникнуть в действительности. Например, действия в области исследования и образования могли бы улучшить условия жизни фермеров, но неотзывчивость фермеров в области исследования, будет препятствовать качеству проводимых исследований. Такая асимметрия - не всегда случайна. В некоторых случаях, агенты показывают последовательное поведение. Такая последовательность происходит особенно в системах, где отношениями между агентами управляет некоторая власть.

$$AIS[q] = \begin{bmatrix} P & 1 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & R & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & E & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & A \end{bmatrix}$$

Понятие 4 (Бинарные взаимодействия против направлений взаимодействий)

Как уже говорилось $P \rightarrow R$ — обозначает бинарное (двойное) взаимодействие. Однако возможен также следующий путь $P \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow R$ — путь взаимодействий между P и R. В пределах содержания матрицы АИС [с] прежнее взаимодействие с одним краем представляет прямой контакт между P и R, в то время как последнее взаимодействие с тремя краями представляет путь контактов между P и R. Согласно этой тропе, P влияет на E, который затем влияет на F, который в свою очередь влияет на R. Выбор между взаимодействиями с тремя краями и с одним краем зависит от ценностей, назначенных на каждый край в АИС [с]. Поясним, что мы имеем в виду под матрицей АИС [v]:

$$AIS[v] = \begin{bmatrix} P & 3 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & R & 1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & E & 3 & 4 \\ 0 & 5 & 0 & F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & A \end{bmatrix}$$

Неявно в кодировании матрицы АИС [v] присутствует предположение, что каждый компонент имеет объективную (целевую) функцию и ряд ограничений, и что общее решение, полученное одним компонентом, влияет на работу других компонентов. Далее мы предполагаем, что влияние (то есть, двойные влияния) этого пересекающегося компонента может быть определено количественно неявной функцией. Как только эти условия удовлетворены, анализ взаимодействий можно провести следующим образом. Если в матрице АИС [v] принять бинар-

ное отношение $P \rightarrow R$ имеющим ценность в три (3) балла, то $P \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow R$ будет ценность 9 баллов, который является суммой ценностей, назначенных на каждый край: то есть, 1 назначен на $P \rightarrow E$, 3 на $E \rightarrow F$, и 5 на $F \rightarrow R$. Если цель состоит в том, чтобы максимизировать (минимизировать) влияние, то тропа $P \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow R$ (бинарное отношение $P \rightarrow R$) будет оптимальным выбором. Необходимо отметить, что матрица АИС [с] может иметь тропы не более чем с четырьмя краями, так как система имеет только пять акторов.

Понятие 5 (Структура причинно-следственной связи)

Что является основным в структуре причинно-следственной связи заложенной в матрице АИС [с]? Какие агенты в системе являются источниками влияния, а какие являются подчиненными? Чтобы ответить на эти вопросы, мы должны дать определение терминам "причина" (С) и "эффект" (Е), которые обозначили соответствующими буквами. Причина на агенте определяется как сумма значений в соответствующей строке АИС [с], а эффект других на агенте определен как сумма значений в соответствующем столбце АИС [с]. На рис. 1 представлена причинно-следственная система координат и вычислены следующие координаты: (3, 1) для Р, (2, 2) для R, (3, 2) для E, (1, 3) для F, и (1, 2) для A. Рис. 1 показывает основную структуру причинно-следственных связей, где Р - ключевой источник, в то время как F - получающий (подчиненный) ключ, в системе. Это означает, что управление АИС [с] может быть в большей степени оправдано, если сосредотачиваться только на Р и F.

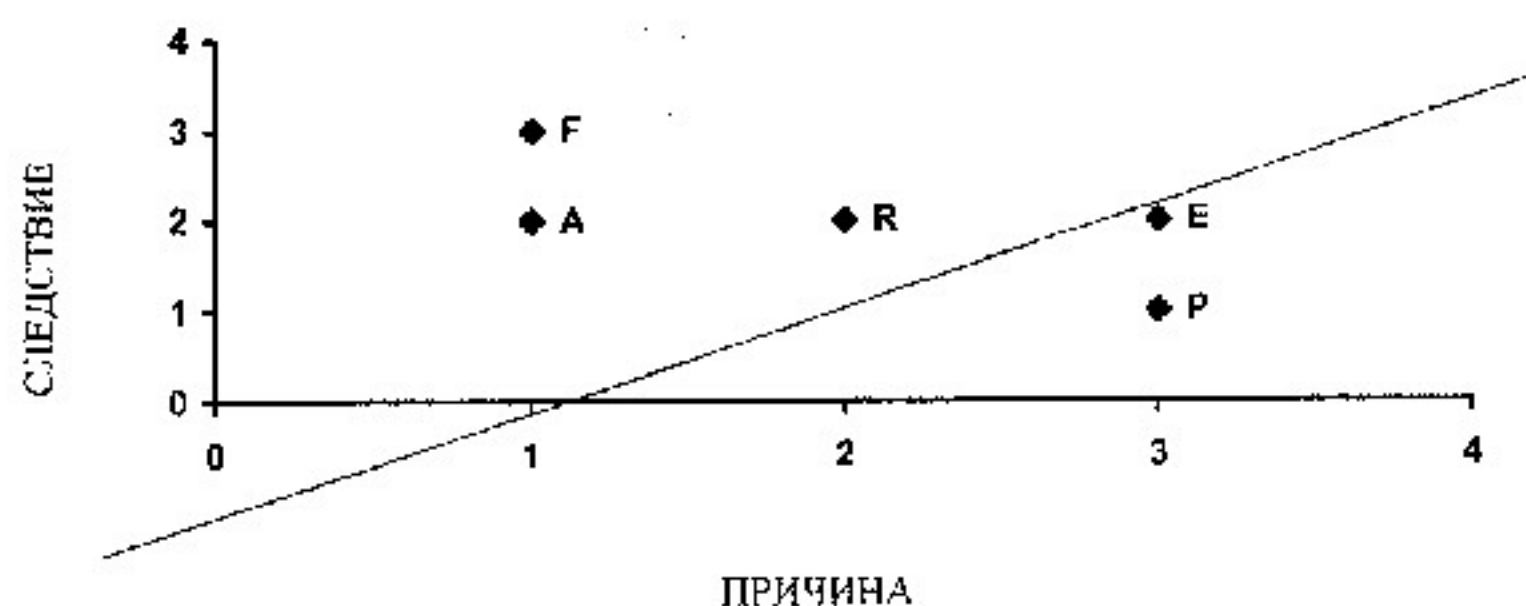


Рис. 1. Структура причинно-следственной связи в АИС

Понятие 6 (Плотность структуры причинно-следственных связей)

Плотность d , структуры причинно-следственных связей может быть вычислена как $d = b/[n(n-1)]$ с $1 \geq d \geq 0$, где b обозначает общее количество существующих бинарных взаимодействий, и n - значение размерности матрицы АИС [с]. Учитывая это определение, в нашем случае (примере), плотность АИС [с] равна 0.5, $b=10$ и $n=5$. Полностью тождественные структуры будут иметь $d=1$, означая, что все агенты связаны друг с другом.

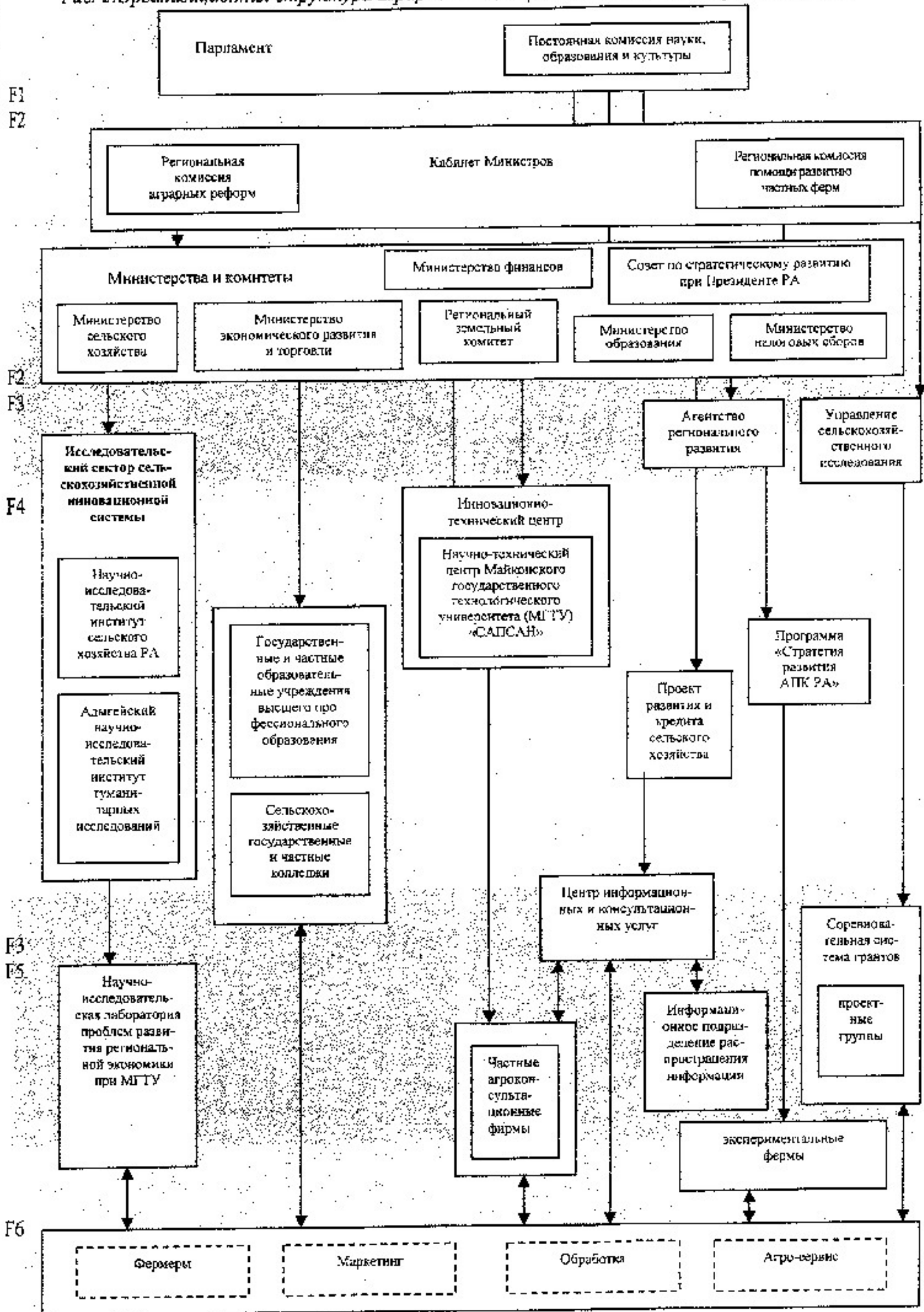
Понятие 7 (Кластер (группа))

Кластер - это подмножество акторов, которые имеют близкие координаты на графике причинно-следственного эффекта. Этот график - полезный инструмент для того, чтобы обнаружить кластеры в системе. Это понятие, особенно полезно в системе с большим количеством акторов, помогает нам идентифицировать (выделять) подсистемы и исследовать их характеристики.

Использование представленной методики позволит разработать аграрную инновационную систему (АИС) в рамках системного подхода, при этом можно выделить концептуальную структуру, характеризующую инновационную деятельность различных организаций (фирм, банков, государственных и частных НИИ, неправительственных организаций и т.п.), набор взаимосвязей между ними и факторы, порождающие эти взаимосвязи.

Для построения АИС исследованы ключевые компоненты АИС Республики Адыгея: экономическая политика; наука; образование; кредит; расширение и информация; поставка, производство, и сбыт; сельхозтоваропроизводители; консультирование; и внешняя (иностранная) помощь. В частности, рассмотрены их организационные структуры, вынужденные меры и возможности, ключевые наблюдения и заключения, рост связей и ограничения, в результате чего составлена организационная структура АИС Адыгеи (рис. 2).

Рис. 2. Организационная структура аграрной инновационной системы Республики Адыгея



Функции: F1: Общая выработка тактики, F2: Формулировка политики, координация, наблюдение, и оценка, ансирование, F4: Работа, F5: Распространение технологии, F6: Применение технологии

Блок у основания рисунка включает частных агентов, большинство из которых вовлечены в применение технологий.

Таблица 1 представляет ключевые факторы, ограничивающие взаимодействия индивидуальных компонентов и эффективного использования механизмов связи.

Организации классифицированы по шести функциям: общий делающий политику (F1), работа (F2), формулировка политики, координация, наблюдение и оценка (F3), распространение технологий (F4), финансирования (F5), и внедрение технологии (F6). Этот рисунок помогает нам визуализировать организации с подобными ролями и связями между ними. Например, организации в первом слое выполняют только две функции: F1 и F2; во втором слое выполняют только две функции: F2 и F3. Ячейка Министерств и Комитетов разделяет первые и вторые слои, в то же самое время, подразумевая, что организации в пределах этого блока выполняют функции F1, F2, и F3. Одинаково важный тип связи между организациями, обозначается однонаправленными и двунаправленными стрелками.

Таблица 1. Факторы, ограничивающие взаимодействия и механизмы согласования¹

Политика	Неясная политика науки и технологии; тяжелое реформирование; чрезмерная организационная раздробленность; перекрывающие обязательства; ограниченные квалифицированные человеческие ресурсы; нехватка соответствующих источников финансирования; ограниченные физические ресурсы; недействующие информационные единицы распространения; ограниченное разделение средств обслуживания.
Исследования	Неясные обязательства; отсутствие сельскохозяйственных приоритетов исследования; чрезмерная раздробленность системы исследования; тяжелое реформирование; нехватка соответствующих финансов; ограниченные квалифицированные человеческие ресурсы; сверхзанятость; бедный доступ к знанию об информации относительно новых технологий; неэффективное использование существующих ресурсов.
Образование	Неопределенная политика в области сельскохозяйственного образования; ограниченные физические ресурсы; нехватка финансов; отсутствие благосклонных процедур и инструкций; бедная система Связи; ограниченные квалифицированные человеческие ресурсы; низкая подвижность (активность) экспертов; неадекватный доступ к информации.
Кредит	Не работают сельскохозяйственные кредитные учреждения.
Расширение и информация	Отсутствие интереса фермеров в услугах расширения; нехватка инициатив использовать существующее сельскохозяйственное знание и информационный запас; организационная жесткость и долговременность административных процедур в государственных учреждениях; слабое сотрудничество между частными и международными организациями; ограниченные квалифицированные человеческие ресурсы; неадекватный (не отвечающий требованиям) доступ, на рынок информации; и неадекватные источники финансирования.
Частные предприятия	Ограниченные организаторские навыки; ограниченные физические ресурсы (например, машинные информационные источники и средства хранения); информация относительно событий рынка; высокие таможенные пошлины и международные трудности; длительные процедуры контроля качества; нехватка механизмов (например, симпозиумов и семинаров), чтобы получить информацию относительно международных рынков; слабые правовые рамки; неэффективные денежно-кредитные сделки.
Фермерские организации	Участки земли мелких фермеров слишком малы, для того чтобы думать о сельском хозяйстве для рынков; слабо развитая инфраструктура рынка (дороги, транспорт, коммуникация, и т.д.); чрезмерный экономический риск; бедные навыки управления фермерским хозяйством; нехватка доступа к информационным источникам.
Частные консультирования	Неопределенные сельскохозяйственные приоритеты; слабая ответная реакция фермеров для развития рынка; низкое общественное понимание экологических проблем; долговременные административные процедуры; неадекватный доступ на рынок информации; слабые связи клиента; нехватка превентивного исследования.
Внешняя помощь	Коммуникационные трудности с чиновниками высшего ранга; недостаточная местная способность для проектного сотрудничества; ограниченный квалифицированный персонал; неадекватные материальные и финансовые ресурсы национальных сторон сотрудничества; слабая юридическая система.

¹ Составлена автором

Существующая АИС Адыгей испытывает недостаток в культуре инноваций. Агенты в системе не имеют стимулов для инновационной деятельности. Главная причина этого неразвитость рынков и учреждений. Ключевое препятствие не только отсутствие структуры, чтобы вести инновационные действия, но и отсутствие инициатив развивать ее. В настоящее время АИС должна обратить внимание на следующее:

Региональная сельскохозяйственная политика, политика в области науки и технологий это только предпосылки для сельскохозяйственного развития вообще, а для учреждений инновационной сельскохозяйственной системы в частности. При выделении сельскохозяйственных приоритетов в исследованиях происходит оживление критических частей системы и ориентации их на рынок, при этом подготовка учебных планов сельскохозяйственных учреждений образования требует ясного руководства на политическом уровне. К сожалению, отсутствие такого руководства подвергает опасности рост не только общественных (государственных), но также и частных объектов в сельскохозяйственном секторе. То есть подготовка кадров для ведения инновационной деятельности наиболее важный момент.

Проект этих направлений политики должен рассматривать значения новшеств для отдаленного экономического роста. Так как, во-первых, знания, накопленные в результате инвестиций в новые технологии и человеческий капитал играют существенную роль в экономическом росте и на это требуется время. Трудоемкие и естественные ресурсоемкие пути к росту ограничены пригодностью естественных и человеческих ресурсов. Они подчинены уменьшению и не возобновляются, в то время как пути, к которым ведет знание, кажется, не стоят перед такими ограничениями. Поэтому, информационные и коммуникационные технологии, человеческий капитал - самые важные технологии. Во-вторых, это накопление определяется начальным распределением и следует по нелинейному пути. Оно формируется взаимодействием рыночных и нерыночных организаций. Поэтому приватизация земли и перерабатывающих предприятий должны получить больше внимания от высших чиновников. В-третьих, проект и координация учреждений и процедур, вовлеченных в управление более сложных взаимозависимостей заслуживают специального внимания, поскольку рост приводит к увеличивающейся специализации задач. Наконец, политика в области науки и технологий должна быть в состоянии использовать в своих интересах процессы глобализации.

Необходимо развивать эффективные направления исследований в сельском хозяйстве, развивать стратегии в области науки и технологий. Это требует современного сельскохозяйственного знания и информационных изобретений (программных продуктов, баз данных и т.п.), а также ясных указаний на политическом уровне. После их установления, они должны будут сделать ясными пути для частного сектора, чтобы начать их рентабельные усилия.

Должно быть установлено финансирование механизмов и совместно должны использоваться общие руководящие принципы политики для сельскохозяйственного сектора, науки и технологий. Существует потребность в ускорении реформы сельскохозяйственных кредитных учреждений, поскольку присутствие сильных финансовых источников продвинуло бы инвестиции в сельскохозяйственном секторе с одной стороны и вызвало бы совместные действия, по крайней мере, между политикой и компонентами кредита системы новшеств на другом.

Необходимо формирование окружающей среды с едиными эффективными правовыми рамками, системой прав собственности и механизмами их осуществления, которые облегчили бы внедрение новшеств. Очевидно, что в такой окружающей среде было бы не трудно частному сектору использовать и сформировать существующую инфраструктуру знания, чтобы удовлетворить спрос рынка. Это взаимодействие между частным сектором и инфраструктурой знания ускорило бы поток знаний, вложенного в людей (то есть, в молчаливую форму) и в организациях (то есть, в специализированной форме). Окружающая среда, предоставляющая возможности с вышеупомянутыми квалификациями далее продолжила бы путь к росту агентов интерфейса, которые могли объединить, разъединенных в настоящее время агентов в системе новшества.

Более темно-заштрихованные ячейки в матрице 1 показывают области, где связи должны быть срочно установлены (или усилены), слегка-заштрихованные ячейки показывают области вторичной важности; и пустые ячейки - области, где нет источников информации необходимых в настоящее время, потому что функции представленные пустыми ячейками могут быть установлены через другие пути. Например, нет никакой потребности в настоящее время, чтобы установить связь $I \rightarrow P$, потому что путь $I \rightarrow R \rightarrow P$ уже достигает этого. Необходимо указать, что использование темно-заштрихованных ячеек только помогло бы знанию и информации, содержащейся в струк-

компонентами могут быть усилены через диалоги политики, где посреднические учреждения могли бы передавать информацию от I, M, F к P и R. Такая передача информации должна помочь P, и R при оценке исследований сельскохозяйственной политики и сельскохозяйственных приоритетов, соответственно. Заштрихованные ячейки в матрице взаимодействия 2 показывают, какие компоненты будут развиты, чтобы привязать производительные компоненты (M, F) к политике и компонентам исследования (P, R) через информацию и компонент развития (I). Ключевая роль назначена компоненту I, поскольку это, как ожидается, будет центром взаимодействий между (I, M, F) и (P, R).

Матрица 2. Путь: P, R, I, M, F								

Исследование не должно быть изолированным явлением; оно может быть объединено в систему в двух стадиях. Первая стадия требует, чтобы вышеупомянутые посреднические организации и частный компонент консультирования помогли R, M, и F обмениваться информацией. В следующей стадии, R, через объединенные исследовательские действия с X, мог бы представить себя глобальным процессам. С успешным завершением этих стадий, национальные учреждения исследования были бы в состоянии расширить их исследования и развить более эффективные приоритеты исследования. Окончательная выгода - то, что исследовательские организации были бы в состоянии взять на себя инициативу в формировании национальной системы исследований согласно потребностям страны. Заштрихованные ячейки в матрице 3 показывают взаимодействия, которые будут развиты, чтобы связать R сначала с M, F, и D, и затем с X.

Общественные (государственные) исследовательские и консультативные учреждения, хозяйства всех категорий АПК, компании, обеспечивающие услуги, частные предприятия, и неправительственные организации, все участвуют в процессах нововведений. При этом они действуют совместно или отдельно, если они поощрены определенными стимулами или определенными предложениями, финансированием. Положительным шагом в этом отношении выступает недавно созданная конкурентоспособная система грантов. Главное предварительное условие, которое исследуется в предложениях, это ускорение взаимодействий и соревновательность между общественными и частными исследовательскими центрами.

Матрица 3. Путь: R, M, F, D, X								

Заштрихованные ячейки в матрице 4 показывают возможные связи, которые требуются для поддержания действия частных компонентов M и F материально. При этом, возможно существование трех возможных путей. Во-первых, правительство могло бы расширить кредиты для маленьких и средних фирм или сельхозтоваропроизводителям ($P \rightarrow C \rightarrow M$ или $P \rightarrow C \rightarrow F$), и, в свою очередь M и F могли обмениваться идеями с высшими чиновниками, чтобы увеличить

Наблюдения показывают, что существенные элементы системы находятся в эмбриональной стадии, и необходимо предпринимать существенные усилия в реализации действенной политики в области развития, исследований, образования и кредитные учреждений, цель которых должна все же быть прибыль. В частности, усилия должны быть сосредоточены на формировании общественного порядка, учреждений науки и техники и организаций, и развития связей через посреднические организации между общественными и частными компонентами системы. В настоящее время, общественный компонент находится в работе и испытывает недостаток в формировании приоритетов, ясных организационных предписаний и целях, компетентных человеческих ресурсах, физических и финансовых ресурсах, и побуждении, чтобы начать взаимодействия с частным сектором. Частный компонент, однако, в основном активен в действиях с международными организациями. Общественные и частные компоненты изолированы и ограничивают основание для взаимодействия.

Литература:

1. Richardson, T. S. Chain graphs and symmetric associations. In Learning in graphical models, edited by Michael L. Jordan. Cambridge, Mass.: The MIT Press. 1999.
2. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 280 с.
4. Cormen, Leiserson, и 1990 Rivest; Жемчуг 1995; Spirtes, Glymour, и 1996 Scheines.