

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИГР ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ О СОЗДАНИИ МАЛОГО БИЗНЕСА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

¹Тарасова И.А., ²Щукина Н.А., ¹Симонов А.Б., ¹Шведов Е.Г., ¹Андреева Ю.Ю.

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: tarasova.irina.aleks@gmail.com, absimonov@gmail.com, esheg@rambler.ru, ajj308@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»,
Москва, e-mail: shchukinan@ya.ru

В данной статье рассматривается один из методов принятия решения при выборе основного вида продукта сельскохозяйственной деятельности. В статье в сжатой форме приведены теоретические основы теории игр, которые могут быть использованы при принятии решения или выработке рекомендаций по созданию малого бизнеса в различных отраслях сельского хозяйства. При анализе возможных вариантов принятия решения были использованы математические методы теории игр, в частности игры с природой, а именно нахождение оптимальной стратегии при помощи максиминной и минимаксной свертки, критерий Байеса, критерий Вальда, критерий Гурвица, критерий Севиджа. Смоделированы процессы принятия решения с помощью позиционных игр. Приведенные примеры, иллюстрирующие теоретические положения, позволяют применить научные и практические результаты не только в сельскохозяйственной, но и в смежных с нею отраслях российской экономики. Полученные результаты подтверждают эффективность описанной методики к процессу принятия решения.

Ключевые слова: теория игр, сельскохозяйственная отрасль, принятие решения, позиционные игры

THE APPLICATION OF MATHEMATICAL GAME THEORY FOR THE DECISION MAKING ON ESTABLISHMENT OF SMALL BUSINESS IN THE AGRICULTURAL INDUSTRY

¹Tarasova I.A., ²Schukina N.A., ¹Simonov A.B., ¹Shvedov E.G., ¹Andreeva Yu.Yu.

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: tarasova.irina.aleks@gmail.com,
absimonov@gmail.com, esheg@rambler.ru, ajj308@mail.ru;

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: shchukinan@ya.ru

This article examines one of the methods selecting a main product type of agricultural activity. The article briefly discusses theoretical foundations of game theory, which can be used when making a decision or a recommendation on how to establish a small business in various sectors of agriculture. While analyzing possible options of making a decision, mathematical methods of game theory were used, in particular: moves by nature, namely finding the optimal strategy using maximin and minimax convolutions, also Bayesian criterion, Wald criterion, Hurwitz criterion and Savage criterion. Decision-making processes are modeled using positional games. Given examples illustrating theoretical principles allow to apply scientific and practical results not only in agriculture but also in related sectors of the Russian economy. These results confirm the effectiveness of the described techniques to the decision-making process.

Keywords: game theory, agricultural industry, decision making, positional games

Очевидно, что сельскохозяйственная отрасль экономики России переживает трудные времена. Обрушившиеся цены на нефть, санкции, а отсюда и трудности с импортозамещением, негативно влияют на сельское хозяйство нашей страны и экономику в целом. Также не нужно забывать о том, что на данный момент западные страны настороженно относятся к РФ: теперь уже бывшие экономические партнеры не идут на сотрудничество, сократились поставки продуктов и сырья, потерян интерес к продукции российского производства [3].

На фоне всего вышеперечисленного очевидно, что агропромышленный комплекс России сталкивается с целым рядом трудно-разрешимых проблем. Основные из них:

– недостаточное финансирование государственных программ для поддержания сельского хозяйства;

– вымывание оборотных средств: денег сельских хозяйств, которые поступают от реализации произведенной в отчетном году продукции, недостаточно для закупок дорожающей техники, семян, ГСМ и минеральных удобрений;

– дефицит кредитных ресурсов. Точнее, кредитные ресурсы доступны для аграриев, но процентные ставки – неподъемны;

– дефицит финансовых ресурсов приведет к сокращению закупок сельскохозяйственной техники.

Есть все-таки один положительный момент для сельского хозяйства во всей сло-

жившиеся ситуации. В сегменте реального сектора экономики сельское хозяйство остается одной из наиболее привлекательных отраслей для инвестиций [2]. Можно отложить покупку, скажем, нового автомобиля на год, но нельзя отложить покупку мяса, хлеба и овощей на столь же длительный период. Также по прогнозам аналитиков можно сделать предположение, что в будущем данную отрасль ожидает подъем, а следовательно, чтобы в дальнейшем получать большую прибыль, необходимо развивать или начинать производство продукции сельского хозяйства уже сейчас [1].

В данной работе рассматривается вопрос о том, с производства какой продукции лучше начать создание и развитие малого бизнеса в сельскохозяйственной отрасли (а именно, выращивание овощей) и какое поведение помогает уменьшить убытки.

Этот бизнес был популярен и ранее. Не утратив своей актуальности и сегодня, он, напротив, идеально вписался в «корзину потребительских интересов» благодаря экологичности своей конечной продукции. Мода на здоровый образ жизни, правильное питание и отказ от вредных привычек выгодно оборачивает взор потенциальных клиентов в сторону такой группы товаров, как свежая зелень и овощи именно отечественного производства [3].

Постановка задачи

Рассмотрим следующие альтернативы, производство которых подходит для начальной стадии развития малого бизнеса [4].

Первая альтернатива – производство клубнеплодов, к которым относятся картофель, батат, топинамбур и др. Картофель является самой распространенной овощной культурой, занимая одно из первых мест в питании. Его справедливо называют вторым хлебом.

Вторая альтернатива – производство томатных овощей (помидоры, баклажаны, перец). Эти растения теплолюбивые и требуют хорошего полива. Существует два способа выращивания данного продукта: на открытом грунте и в теплицах. Производство на открытом грунте является процессом сезонным и быстро окупаемым, но существует риск, что не удастся заключить договор на поставку товаров и он пропадет, то есть существует риск получения убытка вместо прибыли. Выращивание томатов в теплицах является более рентабельным, но для этого нужен большой стартовый капитал, что, несомненно, является большим минусом.

И третья альтернатива – пряные овощи (укроп, петрушка, зеленый лук, сельдерей и т.д.). Эти растения особо не прихотливые к окружающей среде, легко транспортируе-

мые и не требуют большого первоначального капитала для начала производства. Также их отличительные черты: экологичность, быстрая окупаемость, отсутствие сезонности и доступность для потребителя.

Для определения выбора альтернативы обратимся к математике, а именно, к теории игр. Экономико-математические методы и, в частности, теория игр широко применяются в экономике при исследовании рынка. Ранее авторам удалось применить экономико-математические методы в задаче моделирования и прогнозирования спроса на автомобили в России [5]. В настоящей работе на основе теории игр найдены оптимальные стратегии в задаче о производстве сельскохозяйственной продукции.

Введем ряд понятий.

Игра – это математическая модель конфликтной ситуации.

Игроки в игре – стороны, участвующие в конфликте.

Выигрыш – исход конфликта. Обычно он задается количественно, например, 1; – 5; 0.

Стратегии игрока – совокупность правил, определяющих выбор игрока при личном ходе в зависимости от ситуации.

Решение игры – выбор каждым игроком стратегии, которая удовлетворяет условию оптимальности, то есть один игрок должен получить максимальный выигрыш, в то время как другой придерживается своей стратегии. В то же время другой игрок должен иметь минимальный проигрыш, если первый придерживается своей стратегии. Такие стратегии называются *оптимальными*.

Решить игру – это означает найти цену игры и ее оптимальное решение.

Построение модели и примеры её реализации

Возвращаемся к нашей проблеме и введем обозначения. Мы – игрок A , у нас имеется три стратегии: A_1 – выбор альтернативы номер один, A_2 – два, A_3 – три. Так как выращивание овощей будет происходить на открытом грунте, одним из влияющих факторов окажется состояние природы. Введем второго игрока B – природу. Его стратегии: B_1 – засушливое лето, B_2 – дождливое лето, B_3 – лето с переменными осадками. Таким образом, одной из сторон выступаем мы, сельскохозяйственное предприятие, заинтересованное в том, чтобы получить наибольший доход, а с другой стороны – природа, способная навредить нам в максимальной степени (от нее зависят погодные условия). В качестве выигрыша игрока A возьмем прибыль от реализации того или иного варианта (млн руб.) и будем считать, что расчеты прибыли зависят от состояний природы. Запишем их в виде матрицы, где

строки – это стратегии игрока A , столбцы – стратегии игрока B :

$$\begin{matrix} & B_1 & B_2 & B_3 \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Все значения элементов матрицы получили методом экспертной оценки:

$$\begin{pmatrix} 3 & 8 & 7 \\ 2 & 9 & 6 \\ 4 & 8 & 8 \end{pmatrix}$$

Эта матрица называется платежной матрицей или матрицей игры.

Найдем цену игры. Выделим минимальное значение матрицы в каждой строчке и выберем из них максимальное. Это будет минимальная цена игры, она обозначается как α .

$$\alpha_i = \min_j(a_{ij}), \quad \alpha = \max_i(\alpha_i),$$

$$\alpha = \max(3, 2, 4) = 4.$$

$\alpha = 4$ – это гарантированный выигрыш игрока A .

Также найдем максимальную цену игры β . Для этого находим максимальное значение в каждом столбце и выбираем из них минимальное значение.

$$\beta_j = \max_i(a_{ij}), \quad \beta = \min_j(\beta_j),$$

$$\beta = \min(4, 9, 8) = 4.$$

$\beta = 4$ – это гарантированный выигрыш игрока B .

Если $\alpha = \beta$, как в нашем случае, то их значение – это чистая цена игры. Стратегии, соответствующие ей, называются оптимальными, а их совокупность – оптимальным решением игры.

Таким образом, можно сделать вывод, что оптимальным решением для игрока A будет выбор третьей стратегии, а именно, производство пряных овощей.

Но, как известно, природа действует совершенно случайно, и нет уверенности, что будет выбрана та или иная стратегия. Для подтверждения или опровержения сделанного нами выбора рассчитаем критерии оптимальности, которые учитывают то, что выбор игрока B (природы) имеет вероятностный характер.

Для определения критериев оптимальности нам понадобятся дополнительные данные, а именно вероятность наступления той или иной альтернативы и матрица рисков.

Методом экспертной оценки мы определили вероятность наступления стратегий игрока B :

$$P(B_1) = 0,6; \quad P(B_2) = 0,1; \quad P(B_3) = 0,3.$$

Значение риска определяется по следующей формуле:

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij}, \quad \text{где } \beta_j = \max_i(a_{ij}).$$

Таким образом, получаем матрицу рисков:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Теперь перейдем непосредственно к расчетам критериев оптимальности.

1. Критерий Байеса

Все необходимые данные запишем в виде таблицы.

Таблица 1

	B_1	B_2	B_3	\bar{a}_i	α_i
A_1	3	8	7	4,7	3
A_2	2	9	6	3,9	2
A_3	4	8	8	5,6	4
P_i	0,6	0,1	0,3		
β_i	4	9	8		

где \bar{a}_i – средний выигрыш игрока A , который рассчитывается по формуле

$$\bar{a}_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j.$$

По критерию Байеса необходимо выбрать максимальное значение среднего выигрыша. В нашем случае оптимальной будет стратегия A_3 , так как при ней средний выигрыш достигает

$$\max_i \bar{a}_i = 5,6.$$

2. Критерий Вальда

Оптимальной по критерию Вальда считается стратегия, позволяющая игроку A получить нижнюю цену игры. Значение α мы уже рассчитывали, ее значение равно 4 и достигается при выборе игроком A стратегии A_3 .

3. Критерий Севиджа

Для данного критерия составим таблицу рисков.

Таблица 2

	B_1	B_2	B_3	r_i
A_1	1	1	1	1
A_2	2	0	2	2
A_3	0	1	0	1

где r_i – максимальное значение рисков из строки.

Таблица 3

	B_1	B_2	B_3	$\min_j(a_{ij})$	$0,7 \min_j(a_{ij})$	$\max_j(a_{ij})$	$0,3 \max_j(a_{ij})$	h_i
A_1	3	8	7	3	2,1	8	2,4	4,5
A_2	2	9	6	2	1,4	9	2,7	4,1
A_3	4	8	8	4	2,8	8	2,4	5,2

По критерию Севиджа оптимальной считается та стратегия, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации, т.е.

$$S = \min_i \max_j r_{ij}.$$

Таким образом, оптимальными по данному критерию считаются стратегии A_1 и A_3 , так как

$$S = \min_i r_i = 1.$$

4. Критерий Гурвица

По этому критерию выбирается стратегия, при которой достигается максимальное значение величины:

$$H = \max_i \left(\lambda \min_j (a_{ij}) + (1 - \lambda) \max_j (a_{ij}) \right),$$

$$0 \leq \lambda \leq 1,$$

где λ – коэффициент, который мы задаем сами, причем чем больше у нас желание подстраховаться, тем ближе значение к 1.

Мы возьмем $\lambda = 0,7$ и запишем для удобства расчетов все промежуточные результаты в табл. 3.

По этим данным видно, что H принимает максимальное значение 5,2 при стратегии A_3 .

По совокупности всех критериев делаем вывод, что стратегия A_3 – оптимальная для руководства сельскохозяйственного предприятия, то есть следует заняться выращиванием пряных культур.

Возможное поведение фирмы при наличии больших убытков

Во многих практически важных конфликтных ситуациях в бизнесе, располагая той или иной информацией, стороны участники совершают свой выбор не раз и навсегда, а последовательно во времени, шаг за шагом. Тем самым они используют стратегии, отражающие как динамику конфликта, так и степень собственной осведомленности о фактически складывающейся обстановке в развитии этого конфликта.

Одним из классов игр, описывающих конфликты, динамика которых оказывает влияние на поведение участников, являются так называемые позиционные игры.

Позиционная игра – это бескоалиционная игра, моделирующая процессы последовательного принятия решений игроками в условиях меняющейся во времени и неполной информации. Процесс самой игры состоит в последовательном переходе (в период неопределенности) от одного состояния игры к другому состоянию, который осуществляется либо путем выбора игроками одного из возможных действий в соответствии с правилами игры, либо случайным образом (случайный ход).

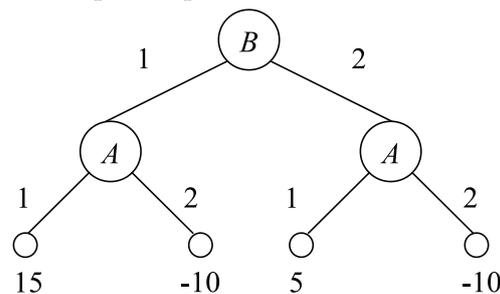
Рассмотрим следующую ситуацию:

В Волгоградской области Южного федерального округа действует фирма-монополист «Y», занимающаяся производством и переработкой овощей. Наша фирма «X» терпит серьезные убытки, так как в качестве стартового капитала были взяты кредиты.

1-й ход делает фирма B, т.е. «Y» предлагает полностью выкупить фирму с кредитами (1), либо выкупить только фирму (2), а долги останутся.

2-й ход делает фирма A, т.е. наша фирма: выбирает согласиться (1), либо отказаться (2).

Представим последовательность ходов в виде дерева игры:



Запишем результаты расчетов в виде таблицы выигрышей игрока A и в виде матрицы игры:

Таблица 4

		A_1	A_2	A_3	A_4
		(1,1)	(1,2)	(2,1)	(2,2)
B_1	1	$W(1,1)$ 15	$W(1,1)$ 15	$W(1,2)$ -10	$W(1,2)$ -10
B_2	2	$W(2,1)$ 5	$W(2,2)$ -10	$W(2,1)$ 5	$W(2,2)$ -10

По рассмотренному выше алгоритму находим верхнюю и нижнюю цены игры. Как и в прошлый раз, их значение совпадает: $\alpha = \beta = -10$.

Таким образом можно сделать вывод, что для игрока В выгоднее не покупать нашу фирму, тогда мы понесем убыток в 10 млн руб. и разоримся, тем самым «У» избавляется от потенциального конкурента и остается монополистом в этой области.

Выводы

Используя теорию игр, мы выяснили, что для создания малого бизнеса в сельскохозяйственной отрасли лучше начинать с производства пряных овощей. Также мы смоделировали ситуацию, в которой мы несем убытки, и возможное поведение наших конкурентов.

Сельскохозяйственная отрасль является наиболее перспективной в экономике России. Теория игр нашла широкое применение в инновационной экономике. В последние годы ее значение существенно возросло во многих областях экономических и социальных наук. В экономике она применима не только для решения хозяйственных задач, но и для анализа стратегических проблем предприятий, что способствует выбору направления основного производства, принятию оптимальных управленческих решений. Применение теории игр способствует успешному развитию бизнеса.

Список литературы

1. Агроинфо: Главный портал главной отрасли. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://agroinfo.com/kozyajstva> (дата обращения: 07.10.2016).
2. Информационно-аналитический портал для крестьянских фермерских хозяйств. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://fermer.zol.ru> (дата обращения: 07.10.2016).
3. Smart Бизнес-журнал о бизнесе и предпринимателях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://sb-advice.com> (дата обращения: 07.10.2016).
4. Тарасова И.А. Принятие решения о создании малого бизнеса в сельскохозяйственной отрасли в настоящее время и анализ возможного поведения / И.А. Тарасова, Ю.Ю. Андреева // Кооперативный сектор экономики в инновационном развитии российского общества: теория и практика: сб. ст. науч.-практ. конф./ Российский ун-т кооперации, Волгоградский кооперативный ин-т (филиал). – Волгоград, 2016. – С. 189–195.
5. Шуккина Н.А., Тарасова И.А. Моделирование динамики продаж новых легковых автомобилей в России // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–3. – С. 673–677.

Referenses

1. Agroinfo: Glavnyj portal glavnoj otrasli. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa <http://agroinfo.com/kozyajstva> (data obrashhenija: 07.10.2016).
2. Informacionno-analiticheskij portal dlja krestjanskih fermerskih hozjajstv. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa <http://fermer.zol.ru> (data obrashhenija: 07.10.2016).
3. Smart Biznes-zhurnal o biznese i predprinimateljah. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa <http://sb-advice.com> (data obrashhenija: 07.10.2016).
4. Tarasova I.A. Prinjatje reshenija o sozdanii malogo biznesa v selskohozjajstvennoj otrasli v nastojashhee vremja i analiz vozmozhnogo povedenija / I.A. Tarasova, Ju.Ju. Andreeva // Kooperativnyj sektor jekonomiki v innovacionnom razvitii rossijskogo obshhestva: teorija i praktika : sb. st. nauch.-prakt. konf./ Rossijskij un-t kooperacii, Volgogradskij kooperativnyj in-t (filial). Volgograd, 2016. pp. 189–195.
5. Shhukina N.A., Tarasova I.A. Modelirovanie dinamiki prodazh novyh legkovyh avto-mobiley v Rossii // Fundamentalnye issledovanija. 2016. no. 10–3. pp. 673–677.