

Научная статья

Original article

УДК 631.1:338.4301:635

doi: 10.55186/2413046X_2025_10_2_52

**ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛПХ РЕГИОНАЛЬНОГО
ОВОЩЕВОДСТВА**

**OPTIMIZATION MODELING OF PERSONAL VEGETABLE-GROWING
SUBSIDIARY FARMS IN THE REGION**



Гришин Евгений Викторович, соискатель кафедры Управления и маркетинга, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, E-mail: tolmachalex@mail.ru

Grishin Evgeniy Viktorovich, applicant of the Department of Management and Marketing, Kuban State Agrarian University, Krasnodar city, E-mail: tolmachalex@mail.ru

Аннотация. Отмечается, что многие аспекты развития сегмента малых субъектов хозяйствования – личных подсобных хозяйств в настоящее время остаются мало изученными. В исследовании впервые решается задача оптимизационного решения определения оптимальных размеров и структуры производства деятельности на примере модельного построения личного подсобного овощного хозяйства. Постановка задачи оптимизации овощеводческого личного подсобного хозяйства формулировалась в исследовании определением необходимой площади возделывания овощных культур, культур выращивания, натуральных объемов номенклатуры производства. Целевая функция задачи решалась максимизацией денежной выручки при условии, что весь объем работ будет выполняться членами личного подсобного хозяйства. Показана стратегия выбора севооборота,

рационализации ротации культур. Отмечается, что основу стратегии развития следует строить на производстве и реализации традиционного овощного набора, ограниченного тремя группами овощных продуктов, при этом все овощи лучше реализовать в основном в свежем виде по своим или договорным рыночным торговым точкам, магазинам, предприятия общепита, предприятиям переработки и др каналам сбыта с соблюдением всех современных технологических требований. Расчеты показали, что экономическая эффективность базового сценария по чистой приведенной стоимости проекта с учетом применения современного машинного комплекса, оборудования и инвентаря для ЛПХ составит 3545 тыс. руб., при инвестиционных вложениях в объеме 8450 тыс. руб., при этом данное проектное решение окупится через 3 года и 4 месяца. Внутренняя норма доходности составит 36,6 %, что достаточно убедительно доказывает экономическую эффективность проекта.

Abstract. It is noted that many aspects of the development of the segment of the business entities – personal subsidiary farms currently remain poorly understood. For the first time, the study solves the problem of optimizing the determination of the optimal size and structure of production activities using the example of a model construction of a personal subsidiary vegetable farm. The task of optimizing the vegetable-growing personal subsidiary farm was formulated in the study by determining the required area for cultivating vegetable crops, growing crops, and natural volumes of the production range. The objective function of the task was solved by maximizing monetary revenue, provided that the entire amount of work would be performed by members of the personal subsidiary farm. The strategy of choosing crop rotation and rationalizing crop rotation is shown. It is noted that the basis of the development strategy should be based on the production and sale of a traditional vegetable set limited to three vegetable products, while all vegetables should be sold mainly only fresh, at their own or contractual market outlets, shops, catering companies, processing enterprises, and other distribution channels in

compliance with crop rotations, all modern technological requirements. Calculations have shown that the economic efficiency of the base scenario for the net present value of the project, taking into account the use of a modern machine complex, equipment and inventory for private farms, will amount to 3,545 thousand rubles, with investments in the amount of 8,450 thousand rubles, while this design solution will pay off in 3 years and 4 months. The internal rate of return will be 36.6%, which proves quite convincingly the economic efficiency of the project.

Ключевые слова: овощеводство, моделирование, личные подсобные хозяйства, особенности, оптимизация, постановка задачи, сценарии развития, эффективность проекта

Keywords: vegetable growing, modeling, personal subsidiary farms, features, optimization, problem statement, development scenarios, project effectiveness

В настоящее время остаются мало изученными аспекты развития сегмента наиболее малых субъектов хозяйствования – личного подсобного хозяйствования, индивидуального предпринимательства и домашних хозяйств населения [4, 7, 9]. В связи с этим в нашем исследовании мы впервые решаем задачу оптимизационного решения по определению оптимальных размеров и структуры производства деятельности на примере модельного построения личного подсобного овощного хозяйства. Наша модель учитывает важные особенности отсутствия собственных тяжёлых механизированных технических средств невыгодных покупкой в столь малых производствах.

Технологические операции вспашки и некоторые другие по культивации, окучиванию, возможно посеву планируется проводить силами кооперации, аренды техники, службами технологического сервиса. Возможна покупка трактора малого класса, универсального мотоблока и др. Также модель оптимизации учитывает другие особенности личных подсобных хозяйств:

малые площади участков земли, численность работников от одного до трех, необходимость сверхуниверсальности участников, совмещения обязанностей руководителя и обычного работника, механизатора, слесаря-ремонтника, строителя, снабженца, реализатора, подработки на стороне, семейной деловой психологии и другое.

Отметим, что по размерному параметру сегодня нет четкой законодательной границы разграничения между личными подсобными и крестьянско-фермерскими хозяйствами поэтому наши рекомендации будут актуальными и для КФХ особенно меньшего размерного сегмента [2, 6].

Реализацию намеченной цели, начнем с постановки задачи оптимизации овощеводческого личного подсобного хозяйства. Отметим, что малое овощеводство является очень трудоемкой отраслью, поэтому малые производства со своими малыми площадями и объемами являются довольно конкурентными на общем местном и даже региональном рынке овощной продукции со средним и даже большим овощным бизнесом. Даже у крестьянских, фермерских, среднего бизнеса выделяются ограниченные, относительно небольшие площади под овощные культуры в первую очередь с учетом рынка сбыта. Поэтому такой овощной севооборот следует строить коротким периодом ротации и быть по максимуму специализированным. [6]

Постановку задачи оптимизации овощеводческого личного подсобного хозяйства сформулируем как определение необходимой площади возделывания овощных культур, культур выращивания, натуральных объемов номенклатуры производства. Также следует решить целевую функцию по максимизации денежной выручки при условии, что весь объем работ будет выполняться членами личного подсобного хозяйства. При этом предполагается возможность корректировки порядка проведения первоначальной плана по ходу его выполнения. Например, стратегией производства и реализации выбрана столовая свекла. На этой основе задачу можно скорректировать включением дополнительного производства

винегретной и борщовой свеклы, обеспечить объемы производства овощной продукции по номенклатуре и срокам выполнения. [3]

Далее переходим к самой математической модели оптимизации параметров личного овощеводческого подсобного хозяйства, в качестве основы используем методическую схему моделирования, разработанную в КубГАУ А. Г. Бурда [1].

Отличительными особенностями нашей впервые предложенной оптимизационной модели является: вся земля в собственности, отсутствие арендованных площадей, отсутствие собственной тяжелой и уборочной техники (невыгодно содержание – лучше наем или аренда, за исключением мотоблоков с набором сельскохозяйственных орудий), отсутствие наемных работников, налоговых платежей (за исключением налога на имущество), но и отсутствие государственных производственных субсидий.

С целью записи матмодели введем условные обозначая индексов:

l – нумерация переменных;

n – число переменных.

Множество переменные элементов:

L_1 – трудовые ресурсы;

L_2 – земельные угодья по видам;

L_3 – площади уборки по видам культур;

L_4 – производственный объем с.-х. продукции;

r – нумерация ограничений;

b – число ограничений.

Множество элементов ограничений по:

R_1 – ресурсам труда;

R_2 – земельным площадям;

R_3 – площадям уборки и севообороту;

R_4 – выпуску сельхозпродукции.

Индексы:

e_{rl} – затратные нормативы r -го ресурса на l -ю переменную;

O_{rl} – норматив выхода r -го продукта на l -й ресурс;

s – размер земельного пая одного участника ЛПХ, с.;

K'_{rl}, K''_{rl} – связочные коэффициенты переменных;

R_{rl}, R'_{rl} – соответственно min & max уд. уборочных площадей культур овощного севооборота;

p_l – цена реализации сельскохозяйственной продукции.

Постоянные:

V_r, v_r – величина r -го ресурса

Переменные:

x_l – целевой уровень переменной, ее наличие определяется причислением индекса l к соответствующему множеству

Тогда целевая функция структурной модели общего производства валовой продукции личного подсобного хозяйства (**GP – Gross production**) в ценах реализации может быть записана как:

$$GP = \sum_{l=1}^n p_l x_l \rightarrow \max \quad (1)$$

Величина произведения стоимости убираемой по плану продукции с каждого гектара в ценах реализации на убираемую площадь просуммированную по всем культурам будет выражать стоимость всей валовой продукции личного подсобного хозяйства (**GDP**). Данный показатель выбран нами в качестве критериального для решения целевой задачи, так как он учитывает всю произведенную продукцию, как для внутреннего потребления, так и для реализации излишков на рынке в основном в розничной сети или на рынке. Поэтому нам требуется определить максимум функции при учете ограничений в следующем:

1. В качестве первого ограничения нами принимается численность работников личного подсобного хозяйства, планируемых к использованию в качестве трудовых ресурсов в процессе производства.

Для некоторого упрощения решения задачи мы сами задаем варианты численности производственных работников. Личные подсобные хозяйства создаются в основном как семейные, поэтому численность работающих в этом случае мы предлагаем определять числом трудоспособных членов семьи с учетом их возможностей: взрослые (18–до 65 лет) – коэффициент 1,0; работающие пенсионеры – 0,5; в возрасте 16–до 18 лет – 0,7; подростки (14–до 16 лет) – 0,5. Отметим, что ЛПХ отличается от КФХ тем, что во-первых нанимать работника по договору нельзя, а во втором можно. По законодательству в ЛПХ можно нанимать только тех, кто платит налоги за свою трудовую деятельность – замозанятых, индивидуальных предпринимателей и других.

Для учета числа работающих в личном подсобном хозяйстве модель предусматривает только одну переменную и одну строку ограничения, а свободным членом выступают работники личного подсобного хозяйства. В математике это записывается как:

$$x_l = V_r, \quad \text{где} \quad r \in L_1, \quad r \in R_1 \quad (2)$$

Ограничение по трудовым ресурсам опишем как:

$$\sum_{l=1}^n e_{rl} x_l \leq v_r, \quad r \in R_1 \quad (3)$$

Применяемая нами лимитация означает ведение сельскохозяйственных работ ограниченной численностью исполнителей – меньшей чем их насчитывается в личном подсобном хозяйствовании.

2. Лимитацию ресурса земли представим формулой:

$$\sum_{l \in L_3} e_{rl} x_l - \sum_{j \in L_1} s_j x_l \leq 0 \quad \text{где} \quad r \in R_2 \quad (4)$$

Общая земельная площадь личного подсобного хозяйствования описывается первым членом ограничения – он представляет расходование площади под посадку или уборку. Второй член – это собственная земля

участников личного хозяйствования, определяется суммой наделов. Модельная лимитация показывает, что все имеющиеся земли позволяют функционировать нашему овощному хозяйствования, земли под возделывание отводится меньше, чем ее есть в наличии.

3. Лимитацию посевной площади опишет выражение:

$$\sum_{l \in L_2} R_{rl} x_l \leq \sum_{l \in L_3} x_l \leq \sum_{l \in L_2} R'_{rl} x_l \quad (5)$$

Или в альтернативном варианте:

$$\sum_{l \in L_2} R_{rl} x_l - \sum_{l \in L_3} x_l \leq 0, \quad \text{где } l \in R_3 \quad (6)$$

$$\sum_{l \in L_2} R'_{rl} x_l - \sum_{l \in L_3} x_l \geq 0, \quad \text{где } l \in R_3 \quad (7)$$

Имеющиеся земли под нашими культурами находятся в ограниченных рамках – минимума и максимума возможных пределов севооборота. Выбор возделывания овощных культур весьма большой, поэтому подобрать группы востребованных на рынке овощных продуктовых наборов, не представляет большой проблемы. Представленный перечень ограничений по данным видам выступает по сути дела своеобразным балансом предельных по возможностям земельных участков овощных культур севооборота.

4. Формальное описание требований севооборота представим как:

$$\sum_{l \in L_3} K'_{rl} x_l - \sum_{l \in L_3} K''_{rl} x_l \{ \leq, =, \geq \} 0, \quad \text{где } l \in R_4 \quad (8)$$

Эти модельные соотношения по сути дела расписывают производственную технологическую ротацию культурного перечня с числовыми характеристиками, с их посевными пропорциями. В нашем случае, применительно к малому специализированному овощному производству, включая личные подсобные хозяйства, не обязательно учитывать лимитацию такого вида. В случаях использования разноотраслевой ротации следует использовать так называемые связочные

коэффициенты, которые будут отражать особенности агробиологии используемых культур.

5. Также выполняется лимитация выпуска:

$$\sum_{l \in L_3} o_{rl} x_l - \sum_{l \in L_4} x_l = 0, \quad \text{где } l \in R_5 \quad (9)$$

Левое составная определяет выход продуктов личного подсобного хозяйства с гектара и посевной площади. Сумма валовых сборов с каждой культуры в стоимостной выражении дает общую величину по всему ЛПХ. Также можно сгруппировать видовой выход овощей и других продуктов в однородные группы.

6. В заключении запишем условие выполнения неотрицательности переменных:

$$x_l \geq 0. \quad (10)$$

В первую очередь определимся с оптимизационной моделью, она помогает построить логику решения задачи оптимизации личного подсобного овощеводческого хозяйства и определить промежуточные параметры объекта нашего исследования (таблица 1).

Затраты труда личного подсобного хозяйства находятся в зависимости от численности его участников и годового времени, затрачиваемого одним работником овощного хозяйства. Расчет будем строить не по операционным трудозатратам, примем их из расчета фонда годового баланса (ФГБ) одного работника, составивший в 2023 году при 40-часовой рабочей неделе 1973 ч, для удобства расчетов примем его величиной 2000 ч. После решения задачи выбора численности участников личного подсобного хозяйства следует определиться с его стратегией.

Таблица 1. Логарифм числового ресурсного моделирования
овощеводческого ЛПХ

Лимитирование по:	Переменные				Вид связи	Свободный член
	$x_l \in L_1$	$x_l \in L_2$	$x_l \in L_3$	$x_l \in L_4$		
труду (R_1)	1				=	V_l
	s'_{rl}		$-e_{rl}$			0
земле (R_2)	s	-1			\geq	0
земельному использованию		1	-1		=	0
севооборотам (R_3)		K'_{rl}	K''_{rl} $R_{rl}min$ $R_{rl}max$		$\left\{ \begin{array}{l} \leq \\ \geq \end{array} \right\}$	0 0 0
продукции (R_4)			O_{rl}	-1	=	0
Валовой продукт по ценам реализации (GP)*			p_l		\rightarrow	max

В этом вопросе его участники и руководитель ЛПХ располагают широким полем принятия решений в силу наличие очень большого выбора из имеющегося доступного ассортимента овощных продуктов. Здесь конечно в первую очередь следует руководствоваться складывающимся краткосрочным и в меньшей мере среднесрочной прогнозом ценовой рыночной конъюнктуры.

Затем следует определиться со стратегией выбора севооборота, наиболее рациональной ротации, на основании которой будем разрабатывать числовое моделирование. В этой области знания для хозяйств отрасли овощеводства также накоплен большой выбор агрономических способов. Эти рекомендации имеются в сетевых электронных библиотеках. [8, 10]

Мы рекомендуем к внедрению числовую модель задачи без использования сидеральных культур со следующим севооборотом: 1. Зелень – Руккола, лук, укроп, петрушка. 2. Огурцы. 3. Корнеплоды – столовая свекла, морковь, возможны и другие корнеплодные. Наша посевная структура имеет по всем трем блокам культур равные доли при этом все культуры хорошо сочетаются по основным срокам ухода, уборочным

работам, пользуются стабильным спросом, в определенной мере основные тяжелые работы механизированы, но имеют место и работы ручного труда, особенно уборочные.

Переходя к определению оптимальных параметров овощеводческих личных подсобных хозяйств отметим необходимость учитывать весьма значительное разнообразие всевозможных их типов. Задача решалась на примере 27 вариантов оптимизации параметральных характеристик по стандартным программам Optimum и XL. Результаты решения числовой модели задачи оптимизации параметров овощеводческого ЛПХ для условий центральной зоны КК показаны в таблице 2.

Таблица 2. Оптимальные параметры овощеводческого ЛПХ, центральной зоны КК (специализация по 3-м видам овощей)

Основные хозяйственные параметры производства	Число работающих, чел.		
	1	2	3
Площадь посадки, с.:	49,74	99,48	149,22
1. Огурцы посевные	14,68	29,36	44,04
2. Зелень: руккола, лук, укроп, петрушка, кинза и др	20,08	40,16	60,24
3. Корнеплоды: свекла столовая, морковь	14,98	29,96	44,94
Производство овощей, кг :			
1. Огурцы посевные	5872	11744	17616
2. Зелень: руккола, лук, укроп, петрушка, кинза и др	4016	8032	12048
3. Корнеплоды: свекла столовая, морковь	7490	14980	22470
Сезонная прибыль, тыс. руб.			
1. Огурцы посевные	176,16	352,32	528,48
2. Зелень: руккола, лук, укроп, петрушка, кинза и др	658,62	1317,25	1975,87
3. Корнеплоды: свекла столовая, морковь	337,05	674,1	1011,15
Валовая прибыль по ценам реализации(<i>GP</i>)*, тыс. руб.	1172	2344	3516

*В ценах января 2024 года.

Основу стратегии развития отраслевого ЛПХ рекомендуем строить на производстве и реализации традиционного овощного набора, ограниченного тремя овощными продуктами, при этом все овощи должны реализоваться в основном только в свежем виде. Опять-таки, по рыночным торговым точкам, магазинам, предприятиям общепита, предприятиям переработки и др каналам

сбыта с соблюдением севооборотов, всех современных технологических требований.

Наши расчеты экономической эффективности по базовому сценарию проекта показывают, что чистая приведенная стоимость проекта внедрения с учетом применения современного машинного комплекса, оборудования и инвентаря для ЛПХ составила 3545 тыс. руб., при инвестиционных вложениях в объеме 8450 тыс. руб., при этом данное проектное решение окупится через 3 года и 4 месяца. Внутренняя норма доходности составит 36,6 %, что достаточно убедительно доказывает экономическую эффективность проекта (таблица 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность базового сценария проекта

Показатели	Годы					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Денежный поток от операционной деятельности	0	3516	3868	4254	4680	5148
Денежный поток от инвестиционной деятельности	-8450	0	-298	-253	-59	-67
Чистый денежный поток, тыс. руб.	-8450	3516	3570	4001	4621	5081
Коэффициент дисконтирования, %	1	0,8333	0,6944	0,5787	0,4822	0,4018
Дисконтированный чистый поток, тыс. руб.	-8450	2930	2479	2315	2228	2042
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. руб.	3544,99					
Индекс прибыльности (PI)	1,42					
Внутренняя норма доходности (IRR)	36,62					
Дисконтированный срок окупаемости	3,33					

Анализ чувствительности показал, что проект обладает достаточным запасом устойчивости при изменении уровня цен. Показатели чистой приведенной стоимости и чистой прибыли после влияния изменений плановых показателей объема продаж, цены реализации и т.д. на 10% не имеют критических отклонений от базового значения.

Будущее развитие личных подсобных хозяйств нам видится за счет более эффективного использования земли в сельскохозяйственном производстве, оптимизации расходов, грамотной маркетинговой политики.

Список источников

1. Бурда, А. Г. Моделирование экономики. Часть II.: Методы моделирования производства и рынка. Учебное пособие / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда, А. Г. Бурда // – Краснодар: Куб ГАУ, 2005. 497 с.
2. Ечмаева, Г. Информационная культура организатора фермерского хозяйства / Г. Ечмаева // М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 260 с.
3. Замкнутые цифровые искусственные агроэкосистемы в овощеводстве / А. Измайлов, А. Дорохов, А. Гришин и др. // М.: ФНАЦ ВИМ, 2020. 184 с.
4. Инновационные технологии и сельскохозяйственная техника за рубежом. Аналитический обзор: Монография. / В.Я. Гольяпин, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 172 с
5. Толмачев А.В. Возможности частного сектора в обеспечении России продовольствием / А.В. Толмачев, Н.В. Гончарова // Аграрная наука. 2000. № 8. С. 7-8.
6. Экономические проблемы развития и государственного регулирования малых форм хозяйствования АПК / А.А. Тубалец, Р.Н. Лисовская, А.В. Толмачев // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2012. № 84. С. 737-750.
7. Development of a management and monitoring system for a city farm / A.V. Blinov, A.V. Hollay, V.V. Zakharov // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. 2022;22(1):139–146. doi: 10.14529/ctcr220112.
8. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events / M. Delgado, T. Roslin, J. Kurhinen, et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. T. 117. № 49. С. 3149-3158.

9. Main problems of feed industry in the regional agro-industrial complex / E.G. Pupylnina, V.A. Zhukova, I.I. Saenko, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. T. 10. № 2. С. 767-772.

10. Urban Agriculture: Environmental, Economic, and Social Perspectives (2016) / S. Hallett, L. Hoagland and E. Toner // Volume 44, J. Janick (Ed.). URL: <https://doi.org/10.1002/9781119281269.ch2>. (дата обращения: 21.01.2025).

References

1. Burda, A. G. Modelirovanie e`konomiki. Chast` II.: Metody` modelirovaniya proizvodstva i ry`nka. Uchebnoe posobie / A. G. Burda, G. P. Burda, A. G. Burda // – Krasnodar: Kub GAU, 2005. 497 s.

2. Echmaeva, G. Informacionnaya kul`tura organizatora fermerskogo khozyajstva / G. Echmaeva // M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 260 s.

3. Zamknuty`e cifrovyy`e iskusstvenny`e agroekosistemy` v ovoshhevodstve / A. Izmajlov, A. Doroxov, A. Grishin i dr. // M.: FNACz VIM, 2020. 184 s.

4. Innovacionny`e texnologii i sel`skoxozyajstvennaya texnika za rubezhom. Analiticheskij obzor: Monografiya. / V.Ya. Gol`tyapin, N.P. Mishurov, V.F. Fedorenko i dr. // M.: FGBNU «Rosinformagrotex», 2020. 172 s

5. Tolmachev A.V. Vozmozhnosti chastnogo sektora v obespechenii Rossii prodovol`stviem / A.V. Tolmachev, N.V. Goncharova // Agrarnaya nauka. 2000. № 8. S. 7-8.

6. E`konomicheskie problemy` razvitiya i gosudarstvennogo regulirovaniya malyx form khozyajstvovaniya APK / A.A. Tubalecz, R.N. Lisovskaya, A.V. Tolmachev // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal KubGAU. 2012. № 84. S. 737-750.

7. Development of a management and monitoring system for a city farm / A.V. Blinov, A.V. Hollay, V.V. Zakharov // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. 2022;22(1):139–146. doi: 10.14529/ctcr220112.

8. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events / M. Delgado, T. Roslin, J. Kurhinen, et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Т. 117. № 49. S. 3149-3158.
9. Main problems of feed industry in the regional agro-industrial complex / E.G. Pupynina, V.A. Zhukova, I.I. Saenko, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Т. 10. № 2. S. 767-772.
10. Urban Agriculture: Environmental, Economic, and Social Perspectives (2016) / S. Hallett, L. Hoagland and E. Toner // Volume 44, J. Janick (Ed.). URL: <https://doi.org/10.1002/9781119281269.ch2>. (data obrashheniya: 21.01.2025).

© Гришин Е.В., 2025. *Московский экономический журнал*, 2025, № 2.