

Беляева Елена Викторовна

**РАЗВИТИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ФЕРМЕРСТВА В НОВОСИБИРСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика
(Экономика агропромышленного комплекса (АПК))

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Новосибирск 2024

Работа выполнена на кафедре управления и отраслевой экономики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: доктор экономических наук
Петухова Марина Сергеевна,
ведущий научный сотрудник Отраслевого центра прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Минаков Иван Алексеевич,
профессор кафедры экономики и коммерции Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет»

кандидат экономических наук
Силко Елена Анатольевна,
ведущий научный сотрудник отдела маркетинга и развития продуктовых рынков Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Защита состоится 08.11.2024 г. в 15.00 часов на заседании диссертационного совета 99.2.115.02 в Новосибирском государственном аграрном университете по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, зал ученого совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирского государственного аграрного университета и на официальном сайте НГАУ www.nsau.edu.ru

Объявление о защите и автореферат диссертации размещены на официальных сайтах Новосибирского ГАУ и ВАК РФ.

Автореферат разослан 20.09.2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д-р экон. наук, доц.

А.А. Самохвалова

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Рост численности городского населения и расширение городских агломераций актуализирует вопросы, связанные с обеспечением городского населения качественными продуктами питания. Доля городского населения Новосибирской области в общей численности населения постоянно увеличивается и в 2022 г. она составила 79,40% (+4,77% относительно 2000 г. Среднегодовой прирост городского населения составляет примерно 0,22%). Стоит отметить, что население агломерации превышает 2 млн человек. Фактическое потребление овощей в Новосибирской области составляет около 123 кг/чел./год (ниже рекомендованной нормы на 12%), а среднедушевое потребление свежей зелени в регионе составляет 7-8 кг/чел./год (что ниже рекомендованной нормы на 58,33%). Во многом это связано с недоверием к импортной продукции (более 70% овощей, зелени и ягод завозятся из стран ближнего и дальнего зарубежья) и высокими ценами, ограниченным предложением, что уменьшает потребление этих продуктов. Решением этих проблем может стать вертикальное фермерство, которое предполагает выращивание продукции в закрытых помещениях на многоярусных вертикальных стеллажах в полностью контролируемом микроклимате в пределах территории города. Во всем мире вертикальные фермы становятся надежной технологией продовольственного обеспечения крупных городов и мегаполисов. Однако в российской практике практически полностью отсутствует нормативно-правовая база и организационно-экономические механизмы развития вертикального фермерства, что обуславливает актуальность данной работы.

Состояние изученности проблемы. Отраслевые особенности развития инновационной деятельности в аграрном производстве, вопросы устойчивого развития производства на инновационной основе, совершенствование методов, форм и механизмов реализации инновационной политики в АПК исследовались: П.А. Андреевым, В.М. Баутиным, М.С. Буниным, А.В. Глотко, В.Г. Закшевским, В.В. Козловым, В.А. Кундиус, М.М. Макеевко, В.И. Нечаевым, М.Г. Озеровой, М.С. Петуховой, В.Г. Савенко, И.С. Санду, В.А. Свободным, Е.А. Силко, И.Ю. Скляровым, Л.В. Тю, И.Г. Ушачевым и другими.

Научному исследованию теоретических и методологических аспектов проблемы устойчивого развития рынка овощеводства защищенного грунта посвящены научные труды ученых: А.И. Алтухова, О.В. Анциферовой, И.И. Буздалова, И.А. Минакова, О.В. Ожоговой, А.Л. Пустуева, О.Д. Рубаевой, С.В. Рюмкина, А.И. Сутыгиной, И.Г. Ушачева, Н.В. Федоровой, С.В. Хрипко, Е.П. Шаймардановой.

Отдельные вопросы развития агропромышленного производства на уровне регионов раскрыты в работах В.В. Алещенко, Л.Б. Винничек, Н.Ф. Зарук,

А.А. Колесняк, Л.А. Овсянко, Н.И. Пыжиковой, Е.В. Рудого, А.А. Самохваловой, А.Т. Стадника, Л.Н. Усенко, С.Г. Черновой, С.А. Шелковникова, и др.

Проблемам развития вертикального фермерства посвящены труды И.В. Гуриной, Р.Р. Галеева, Ю.В. Ермолаевой, Л.Ю. Лагуткиной, О.Ю. Лагуткина, А.В. Медведева, Л.Н. Медведевой, А.Ф. Рогачева, Н.М. Руткина и др.

Цель диссертационного исследования – уточнение теоретико-методических основ и разработка практических рекомендаций по развитию вертикального фермерства в регионе.

В соответствии с целью решены следующие **задачи**:

- уточнены теоретические основы развития вертикального фермерства в регионе;
- разработана оптимальная экономическая модель производства продукции вертикального фермерства;
- разработан перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в регионе;
- разработан долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства в Новосибирской агломерации.

Объект исследования – организационно-экономические отношения, возникающие в процессе развития вертикального фермерства в регионе.

Предмет исследования – способы, модели, методы и механизмы развития вертикального фермерства в регионе.

Объект наблюдения – субъекты, участвующие в развитии вертикального фермерства в регионе: сити-фермеры, органы публичной власти, научно-исследовательские и образовательные учреждения аграрного профиля.

Область исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с п. 5.2.3.3.7. «Бизнес-процессы АПК. Теория и методология прогнозирования бизнес-процессов в АПК. Инвестиции и инновации в АПК» и п. 5.2.3.3.15. «Прогнозирование развития агропромышленного комплекса и сельского хозяйства» Паспорта специальности 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика.

Теоретической основой исследования послужили фундаментальные положения экономической теории по проблемам развития отраслей агропромышленного комплекса, научные труды отечественных и зарубежных учёных, изложивших свои точки зрения и результаты исследований в научных статьях, монографиях, диссертациях по вопросам инновационного развития АПК.

Информационная база исследования: законодательные и нормативные документы, затрагивающие различные аспекты развития регионального агропромышленного комплекса, материалы территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области, годовые отчеты и

другая отчетность организаций АПК области, аналитические исследования российских и зарубежных консалтинговых компаний.

Методологической базой исследования послужили следующие методы: монографический, абстрактно-логический, сравнительный, расчётно-конструктивный, SWOT-анализ и PESTEL-анализ, экономико-математическое моделирование, линейное программирование, а также статистические методы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концептуальные основы развития вертикального фермерства в регионе.
2. Оптимальная экономическая модель производства продукции вертикального фермерства.
3. Перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в Новосибирской области.
4. Долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства в Новосибирской агломерации.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в уточнении теоретико-методических положений и разработке организационно-экономического механизма развития вертикального фермерства в регионе.

1. Предложено рассматривать понятие «вертикальное фермерство» как постоянную и динамичную часть городской социально-экономической и экологической системы агропромышленного комплекса, использующую типичные городские ресурсы, конкурирующую за землю и воду с другими городскими функциями, находящуюся под влиянием городской политики и планов, способствующую обеспечению населения города свежей овощной продукцией, направленную на круглогодичное выращивание растениеводческой продукции в закрытых помещениях с полностью контролируемым микроклиматом и без использования почвы на вертикальных конструкциях, а также связанные с ними виды деятельности, такие как переработка и сбыт продукции. Сформулированы концептуальные основы развития вертикального фермерства в регионе, описаны функции отрасли, факторы и инструменты развития.

2. Разработана оптимальная экономическая модель производства продукции на вертикальных фермах в регионе на основе максимизации целевой функции рентабельности. Данные экономической модели показали, что оптимальное количество инвестиций для салатов (срезка) будут составлять 102,77 млн руб. с площадью помещения 1000 м² и урожайностью 72 кг/м². Для салатов, выращиваемых в горшочках, два показателя оптимальной площади: 200 и 500 м² со стартовыми инвестициями 19,50 млн руб. и 52,66 млн руб. соответственно. Составленная экономическая модель показала, что наиболее рентабельной культурой для выращивания на вертикальных фермах в регионе является салат в горшочках, на втором месте по показателям рентабельности идет клубника.

3. Разработан перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в Новосибирской области. Автором предложена реализация адресной грантовой поддержки вертикальных ферм региональным министерством сельского хозяйства и компенсация части затрат на электроэнергию. Также обоснованы меры информационно-интеллектуальной поддержки и обеспечения отрасли, которые подразумевают создание «Ассоциации вертикального фермерства» (АВФ) в регионе, направленной на оказание различных консультационных услуг вертикальному фермерству.

4. Составлен долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства Новосибирской агломерации. Потребление свежей зелени в Новосибирской агломерации к 2035 г достигнет 2,462 кг/чел./год и емкость рынка составит – 54,10 тыс. ц. Прогнозные нормы потребления ягод к 2035 г. будут составлять 7 кг/чел./год (при емкости рынка 157,7 тыс. ц). Согласно прогнозу, в 2035 г. объем производства продукции вертикального фермерства вырастет на 27% относительно 2023 г., что составит 2,95% от рынка тепличных овощей. Развитие вертикального фермерства в Новосибирской области позволит не только обеспечить городское население свежей продукцией, но и повысить уровень здорового питания, создать новые высокопроизводительные рабочие места, сократить выбросы CO².

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования состоит в том, что основные выводы и предложения, сформулированные в диссертационной работе, создают организационно-экономическую основу для развития вертикального фермерства в Новосибирской области. Они могут быть использованы в работе не только сельскохозяйственных товаропроизводителей, но региональных и местных органов власти, в учебном процессе высших учебных заведений.

Апробация результатов исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематикой научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ. Основные результаты исследования одобрены и приняты к внедрению Министерством сельского хозяйства Новосибирской области, Министерством науки и инновационной политики Новосибирской области, в учебный процесс ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, в хозяйственную деятельность ООО «Городские теплицы». Результаты исследования неоднократно представлялись и обсуждались на различных научных конференциях и конкурсах, а именно: II и III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России (Иркутск, Москва, 2023-2024 гг.), «Комплексное развитие сельских территорий Сибирского федерального округа» (Новосибирск, 2023 г.).

Отдельные результаты исследования использовались при реализации проекта зеркальной лаборатории на тему «Влияние инноваций на устойчивое развитие сельских территорий: возможные сценарии на долгосрочную перспективу»,

подготовленного совместно с учеными Института аграрных исследований Высшей школы экономики.

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 22 научных работах общим объемом 18,66 п.л., из которых 9,54 п.л. – авторские, в том числе в 1 монографии, в 2 изданиях базы данных Scopus и 6 работах, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 236 страницах печатного текста, содержит 35 таблиц, 42 рисунка, 15 приложений. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 175 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель, задачи, предмет и объект исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первом разделе «Теоретические основы развития вертикального фермерства в регионе» рассмотрены предпосылки для развития вертикального фермерства, предложено авторское определение «вертикального фермерства», разработана концепция развития вертикального фермерства в регионе, изучен зарубежный опыт развития данной отрасли.

Во втором разделе «Современное состояние вертикального фермерства Новосибирской области» проведена оценка и анализ структуры вертикального фермерства Новосибирской области; проведен анализ основных субъектов вертикального фермерства в регионе; рассмотрены факторы развития вертикального фермерства в Новосибирской области.

В третьем разделе «Перспективы развития вертикального фермерства в Новосибирской области» разработана оптимальная экономическая модель производства продукции вертикального фермерства; предложен перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в регионе; построен долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства в Новосибирской агломерации.

В заключении обобщены результаты исследования, сформулированы основные выводы и предложения.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Концептуальные основы развития вертикального фермерства в регионе

Вертикальное фермерство – новый вектор развития современного аграрного производства во всем мире, обеспечивающий ответ на вызовы и решение проблем обеспечения свежей овощной продукцией городского населения. В России в настоящее время только происходит становление данной подотрасли агропромышленного комплекса, которая не имеет нормативно закреплённого

наименования. На практике используют такие термины, как «урбанизированное растениеводство», «вертикальное фермерство» и «сити-фермерство». По мнению автора, наиболее подходящим является «вертикальное фермерство», так как оно отражает главную особенность подотрасли – выращивание продукции не горизонтальным, а вертикальным способом.

Предпосылки для развития вертикального фермерства в России, и, в частности, в Новосибирской области:

1) высокий уровень урбанизации региона (в 2023 г. Сибирский федеральный округ занял четвёртое место по уровню урбанизации среди всех округов страны – 75,1%, а в Новосибирской области уровень урбанизации составил – 79,4%);

2) расширение Новосибирской агломерации и рост численности городского населения (население агломерации превышает 2 млн человек, а ее доля в ВРП Новосибирской области превышает 3/4 и практически целиком определяет тенденции развития региональной экономики);

3) недостаток потребления свежих овощей, ягод городским населением (в среднем за год россиянин потребляет 45,3 кг свежих ягод и фруктов. Нормы потребления ягод на одного человека составляет 7 кг/год. Но даже с учетом импорта, россияне потребляют только 69-76% от нормы (4,8-5,3 кг/чел./год). Потребление овощей и бахчевых в среднем на россиянина в год оценивается в 104 кг при норме – 140 кг;

4) высокая транспортная нагрузка на город, в частности из-за транспортных средств, доставляющих продукты питания (в 2021 г. Новосибирск вошел в топ-9 городов мира с самыми загруженными дорогами. Показатель перегруженности улиц составил – 48%. Приоритетные маршруты грузового транспорта включают в себя внутренний распределительный контур города и все вылетные магистрали, что усугубляет заторовые ситуации в г. Новосибирске на 10-15%);

5) высокий уровень загрязненности воздуха (уровень загрязнения воздуха в Российской Федерации в 2023 г. составил 45%. Индекс загрязнения воздуха по Новосибирску в 2023 г. составил – 70. Концентрация PM_{2.5} – загрязнителя воздуха, состоящего как из твердых микрочастиц, так и мельчайших капель жидкостей в воздухе в Новосибирске в 4,7 раз выше рекомендуемого ВОЗ среднегодового значения качества воздуха);

6) низкий уровень диверсификации продукции растениеводства, выращиваемой тепличными хозяйствами (в Новосибирской области в 2022 г. было выращено 45,9 тыс. т овощей в теплицах. В том числе получено 39,3 тыс. т огурцов; 4,4 тыс. т томатов и 2,2 тыс. т прочих культур (салата)). Регион достиг полностью самообеспечения такими овощами как огурец, томаты, и рынок уже перенасыщен. Но в тоже время по нишевым овощам и ягоде наблюдается существенная импортная зависимость не только в регионе, но и по всей стране в целом (объемы импорта фруктов и ягод в Россию в 2023 г. составили 6191,26 тыс. т или 4652 млн долл.);

7) импортная продукция растениеводства во время своей транспортировки теряет значительное количество (до 50%) полезных веществ, ведь для ее сохранения используются различные химикаты (например, фунгициды, воск, дефинил и пр.).

По мнению автора, вертикальное фермерство следует понимать, как постоянную и динамичную часть городской социально-экономической и экологической системы АПК, использующую типичные городские ресурсы, конкурирующую за землю и воду с другими городскими функциями, находящуюся под влиянием городской политики и планов, способствующую социально-экономическому развитию города, направленную на круглогодичное выращивание растениеводческой продукции в закрытых помещениях с полностью контролируемым микроклиматом и без использования почвы на вертикальных конструкциях, а также связанные с ними виды деятельности, такие как переработка и сбыт продукции.

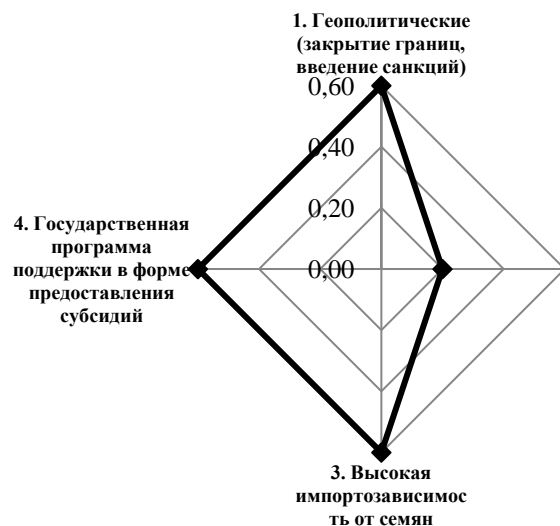
Вертикальное фермерство является неотъемлемой частью всего рынка традиционного растениеводства и способствует удовлетворению спроса на свежие и экологически чистые продукты питания, расширению рынка и автономии продовольственного сектора, а также более эффективному использованию городской инфраструктуры, что помогает отвечать на вызовы глобального продовольственного сектора. На основе полученной информации о становлении вертикального фермерства в зарубежных странах автором разработаны концептуальные основы развития данной отрасли в Новосибирской области (рис. 1).

На рис. 2 автором проведен PESTEL-анализ факторов, влияющих на развитие и функционирование вертикального фермерства. Проведенный анализ на основе экспертных оценок демонстрирует, что на развитие вертикального фермерства в регионе наибольшее положительное влияние могут оказать такой экономический фактор, как компенсация затрат на электроэнергию. Положительный эффект для развития вертикального фермерства вносят аспекты социокультурного сектора жизни, такие как: уровень миграции и рост городского населения (расширение агломераций), изменение гастрономических предпочтений населения в сторону здорового питания, что влечет за собой развитие экологического мышления (образования) среди населения и стремление минимизировать индивидуальный экологический след.

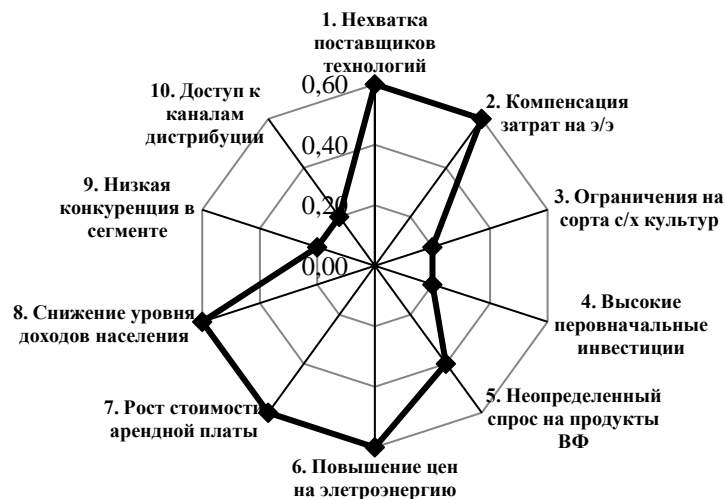
Негативными факторами для формирования и развития вертикального фермерства выступают такие факторы, как: нехватка поставщиков технологий с готовыми решениями по доступным ценам, высокие первоначальные инвестиции на запуск фермы, неопределенный спрос на продукты, выращенные на вертикальных фермах, из-за более высоких цен по сравнению с продуктами, выращенными традиционным способом, и ключевым и основным фактором является повышение стоимости цен на электроэнергию.

Цель – бесперебойное обеспечение городского населения свежей продукцией вертикального фермерства	
Задачи: <ol style="list-style-type: none"> 1) круглогодичное производство нишевых овощей, зелени и ягод в контролируемых условиях; 2) сокращение «продовольственной мили» при производстве продукции растениеводства; 3) повышение качества питания городского населения. 	
Функции: <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизация логистическо-сбытовой цепочки производства продукции растениеводства. 2. Поддержка экосистемных услуг (сокращения использования воды, выброса углекислого газа и пр.). 3. Стимулирование внедрения инновационных технологий растениеводства в отрасль. 4. Диверсификация предложения овощных, ягодных и зеленых культур. 5. Повышение качества питания городского населения. 	
Особенности вертикального фермерства: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ограниченность пределами границы городского населенного пункта или городской агломерации. 2. Наличие конкуренции с традиционными тепличными комплексами. 3. Основная продукция – это нишевая продукция растениеводства. 4. Собственная технология (методы) выращивания отличная от традиционного метода. Отсутствие необходимости использования почвы. 5. Ориентация на конечного городского потребителя. 6. Прозрачность и доступ к цифровым коммуникациям – формирует запрос на полную информацию о процессе производства продукции и его влиянии на окружающую среду и общество. 7. Производство замкнутого цикла. 	
Ассортимент: <ol style="list-style-type: none"> 1. Салаты пряные и срезка: руккола, кинза, мелисса, кориандр, базилик, шпинат, фриз, романо, айсберг и пр.; 2. Микрозелень: редис, мизуна, горох, перилла, бораго, горчица и др.; 3. Ягоды: клубника, земляника; 4. Прочая продукция: цветы, лекарственные растения, грибы и др. 	Индикаторы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Доля в общем объеме производства продукции растениеводства: 2-3% 2. Доля занимаемого рынка по производству свежей зелени: 30-35% 3. Ежегодные темпы роста рынка продукции вертикального фермерства по стране: 3-5%
Факторы развития:	
Спрос: <ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение вкусовых предпочтений в сторону здорового и правильного питания среди городского населения. 2. Освоение пустующих зданий и сооружений в черте города. 3. Рост экологической грамотности среди населения (сокращение отходов, выбросов газов и пр.). 4. Рост интереса к локальным и местным продуктам питания. 	Предложение: <ol style="list-style-type: none"> 1. Улучшение экологического состояния городов. 2. Новые рабочие места, новые современные специальности (профессии). 3. Инновационные технологии и IT-решения. 4. Диверсификация выращиваемых культур.
Инструменты развития:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Компенсация затрат на электроэнергию. 2. Доступ к мерам государственной поддержки АПК (гранты, скидки, субсидии и пр.) 3. Разрешение на использование городских крыш и льготные арендные ставки для использования заброшенных зданий и сооружений. 4. Взаимодействие с образовательными учреждениями (подготовка новых кадров, переподготовка и повышение квалификации). 5. Специализированные меры поддержки для вертикальных ферм. 	
Результат:	
(1) рост и развитие вертикального фермерства в регионе; (2) доступность свежей продукции вертикального фермерства для всех слоев населения и увеличение объемов потребления; (3) создание высокопроизводительных рабочих мест.	

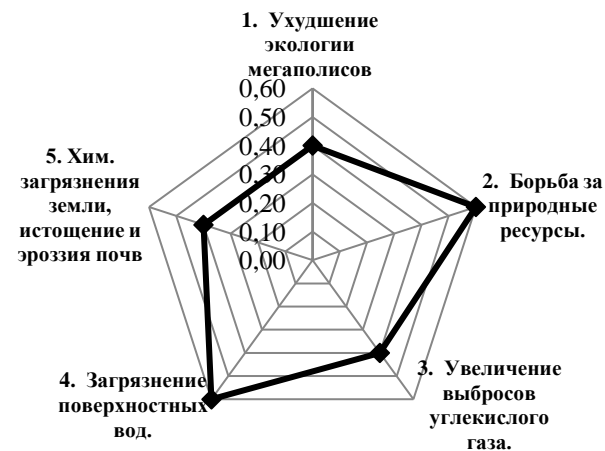
Рисунок 1 – Концептуальные основы развития вертикального фермерства в регионе
(составлено автором)



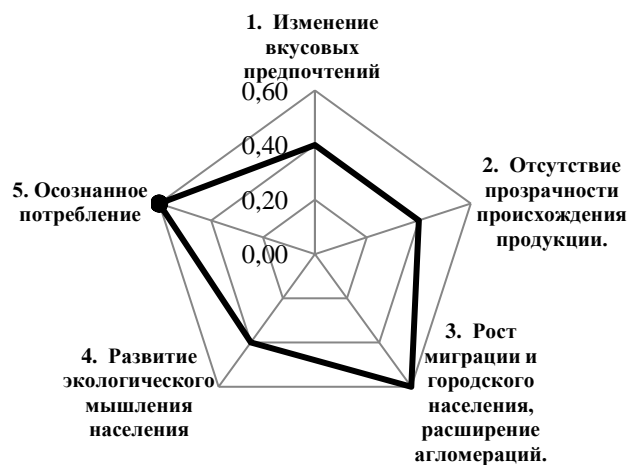
а) политическо-правовые



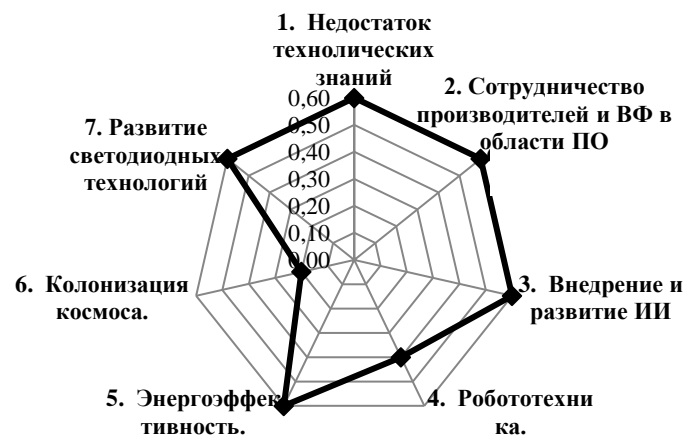
б) экономические



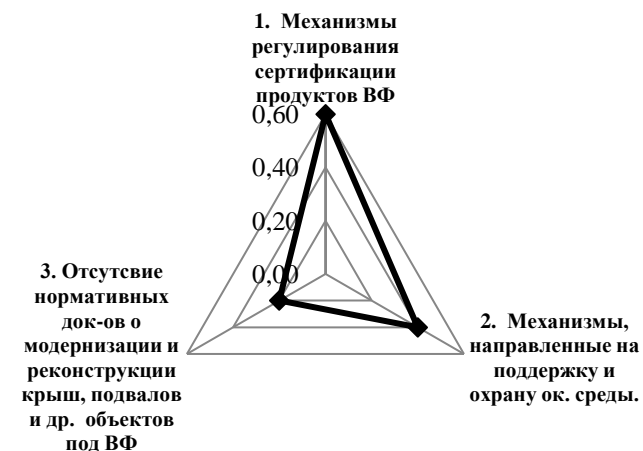
д) экологические



в) социокультурные



г) технологические



е) законодательные (административные)

Рисунок 2 –PESTEL-анализ вертикального фермерства в Новосибирской области (составлено автором)

2. Оптимальная экономическая модель производства продукции вертикального фермерства

Экономическая жизнеспособность вертикального фермерства – крупнейший барьер на пути реализации проектов в данной отрасли. Бизнес-модели вертикального фермерства находятся в процессе развития, что сопряжено с определенными трудностями, обусловленными ограниченным выбором сельскохозяйственных культур, финансовой неопределенностью, отсутствием структурированных методологических научных знаний, доступного образования и технических знаний.

Автором был составлен расчет экономических и производственных показателей производства наиболее распространенных культур на вертикальных фермах (табл.1). В рамках исследования минимальная площадь для выращивания данной продукции составляет – 150 м² (если говорить о масштабах производства и поставки продукции в оптово-розничные точки сбыта), если площадь менее 150 м², то объемы производства рассматриваются как для домашнего потребления, не способные конкурировать с альтернативным методом ведения сельского хозяйства на потребительском рынке. Среднегодовые издержки производства на 1 м² начинают расти при площади >2500 м². Все, что выходит за пределы указанного диапазона, требует рассмотрения вариантов производства в условиях тепличных комплексов или предполагает обсуждение комбинированного использования методов выращивания продукции растениеводства. Построение оптимальной экономической модели вертикального фермерства требует стандартизации технологического процесса выращивания продукции. На рис. 3 представлена схема технологического процесса.



Рисунок 3 – Технологический процесс выращивания продукции (составлено автором)

Особенность процесса выращивания продукции вертикального фермерства заключается в многоярусных системах, оптимизирующих использование пространства и ресурсов. Отличие данного процесса от традиционного: полный контроль над климатом, освещением, питательными веществами и другими факторами, что позволяет выращивать урожай независимо от внешних факторов; высокая плотность посадки (благодаря многоярусной системе могут вмещать в несколько раз больше растений на единицу площади, чем традиционные теплицы); за счет точного дозирования питательных веществ и оптимизации орошения значительно сокращают потребление

воды. Наиболее затратным этапом является разработка и реализация проекта вертикальной фермы (закуп систем освещения, орошения, и датчиков контроля микроклимата и т.п.).

Таблица 1 – Расчётные производственно-экономические показатели производства продукции на вертикальных фермах в Новосибирской области (составлено автором)

Показатель		Рентабельность, %								
		36	38	40	42	44	46	48	50	52
Салат (срезка)	Площадь помещения, м ²	150	200	500	1000	2000	-	-	-	-
	Площадь выращивания, м ²	207	311	928	1855	3812	-	-	-	-
	Валовой сбор, тыс. кг/год	16	24	72	145	297	-	-	-	-
	Инвестиции, тыс. руб./1м ²	95,38	97,51	105,32	102,77	104,15	-	-	-	-
	Срок окупаемости, лет	3,6	3,1	2,7	2,6	2,6	-	-	-	-
	Среднегодовые затраты на единицу продукции, руб./кг	543,81	526,14	514,94	514,95	513,41	-	-	-	-
	Урожайность тыс. кг/1м ² /год	0,0773	0,0772	0,0776	0,0782	0,0779	-	-	-	-
	Прибыль, тыс. руб./м ²	32,97	39,29	48,50	48,48	50,04	-	-	-	-
Салат (горшки)	Площадь помещения, м ²	-	-	-	-	-	150	200	500	2000
	Площадь выращивания, м ²	-	-	-	-	-	207	311	928	3812
	Валовой сбор, тыс. кг/год	-	-	-	-	-	29,3	44,0	131,1	538,6
	Инвестиции, тыс. руб./1м ²	-	-	-	-	-	95,38	97,51	105,32	104,15
	Срок окупаемости, лет	-	-	-	-	-	2,7	2,3	2,1	2
	Среднегодовые затраты на единицу продукции, руб./кг	-	-	-	-	-	31,71	30,49	29,71	29,61
	Урожайность тыс. кг/1м ² /год	-	-	-	-	-	0,1413	0,1414	0,1413	0,1413
	Прибыль, тыс. руб./м ²	-	-	-	-	-	93,63	105,49	125,88	129,27
Огурцы	Площадь помещения, м ²	-	150	200	300	500	1000	2000	-	-
	Площадь выращивания, м ²	-	88	115	175	294	593	1190	-	-
	Валовой сбор, тыс. кг/год	-	13	17	26	44	89	179	-	-
	Инвестиции, тыс. руб./1м ²	-	76,43	70,84	67,15	65,55	63,27	62,12	-	-
	Срок окупаемости, лет	-	3,3	3	2,9	2,7	2,6	2,5	-	-
	Среднегодовые затраты на единицу продукции, руб./кг	-	244,6	234,3	237,0	225,5	223,7	220,2	-	-
	Урожайность тыс. кг/1м ² /год	-	0,1477	0,1478	0,1486	0,1497	0,1501	0,1504	-	-
	Прибыль, тыс. руб./м ²	-	48,13	47,52	48,15	48,65	49,03	49,22	-	-
Томаты	Площадь помещения, м ²	-	150	200	250	300	500	1000	2000	-
	Площадь выращивания, м ²	-	86	116	142	173	292	584	1170	-
	Валовой сбор, тыс. кг/год	-	8	10	13	15	26	52	105	-
	Инвестиции, тыс. руб./1м ²	-	72,11	68,23	64,47	63,45	62,00	59,31	58,06	-
	Срок окупаемости, лет	-	4,5	4	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1	-
	Среднегодовые затраты на единицу продукции, руб./кг	-	397,43	372,69	339,71	356,07	345,39	335,89	335,54	-
	Урожайность тыс. кг/1м ² /год	-	0,0930	0,0862	0,0915	0,0867	0,0890	0,0890	0,0897	-
	Прибыль, тыс. руб./м ²	-	38,40	38,88	38,01	38,40	39,16	39,16	39,16	-
Клубника	Площадь помещения, м ²	-	-	150	200	250	300	500	1000	2000
	Площадь выращивания, м ²	-	-	204	388	486	583	972	1944	3888
	Валовой сбор, тыс. кг/год	-	-	6	8	11	13	22	44	88
	Инвестиции, тыс. руб./1м ²	-	-	85,88	101,20	101,15	101,12	101,06	101,02	102,86
	Срок окупаемости, лет	-	-	3,1	3,1	2,9	2,4	2,3	2,1	2,1
	Среднегодовые затраты на единицу продукции, руб./кг	-	-	657,38	600,91	647,21	642,46	614,18	534,95	502,65
	Урожайность тыс. кг/1м ² /год	-	-	0,0245	0,0258	0,0267	0,0274	0,0288	0,0293	0,0293
	Прибыль, тыс. руб./м ²	-	-	41,62	44,12	42,07	42,28	43,53	47,03	48,45

С помощью методов линейного программирования автором определены производственно-экономические параметры оптимальной экономической модели вертикальной фермы. На первом этапе автором сформулирована задача эффективного использования инвестиций в виде экономико-математической модели. Одним из средств

производства рассматриваются помещения различной площади: 150, 200, 250, 300, 500, 1000, 2000 м². Далее пронумерованы культуры и помещения, в зависимости от площади в порядке возрастания и введены обозначения (табл.2).

Таблица 2 – Обозначение показателей для экономической модели

Расшифровка		
Обозначение	S_{ij}	объём инвестиций культуры под номером i для выращивания в помещении с площадью под номером j
	SR_{ij}	выручка от реализации культуры под номером i в помещении с площадью под номером j за период времени T
	PR_{ij}	прибыль от выращивания культуры под номером i в помещении с площадью под номером j за период времени T
	R_{ij}	рентабельность инвестиций, вложенных в выращивание культуры под номером i в помещении с площадью под номером j за период времени T
	y_{ij}	урожайность культуры под номером i , выращенной в помещении с площадью под номером j за период времени T
	x_{ij}	количество помещений с площадью под номером j для выращивания культуры под номером i на период времени T

В табл.2 $i=1, 2, \dots, (m - \text{число культур})$ и $j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (число помещений) и определим параметр задачи: S_0 – размер инвестиций, привлечённых для выращивания выбранных культур. В качестве вспомогательной функции $PR(T)$ определим прибыль предприятия за период T :

$$PR(T) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 PR_{ij}, \quad (1.1)$$

а также целевую функцию $Z(X, T)$ как среднюю рентабельность инвестиций в производство сельскохозяйственных культур:

$$Z(X, T) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 PR_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij}}, \quad (1.2)$$

где X – план использования помещений под культуры, представленный матрицей:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} & x_{15} & x_{16} & x_{17} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} & x_{25} & x_{26} & x_{27} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & x_{m4} & x_{m5} & x_{m6} & x_{m7} \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

условие на распределение инвестиций по культурам:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij} \leq S_0, \quad (1.4)$$

Для привлечения наибольших инвестиций, добавим дополнительные условия обязательности инвестирования до тех пор, пока возможно производство сельскохозяйственной продукции в каком-нибудь помещении:

$$S_0 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij} < S_{ij}, \quad (1.5)$$

Среди дополнительных требований задачи разумно требовать целочисленность количества помещений: $x_{ij} \in \mathbf{N}$, отвергая варианты неполного использования помещений. Таким образом, задачей эффективного использования ресурсов является задача достижения максимума рентабельности инвестиций при условиях (1.2)-(1.5). Актуальным является задача, учитывающая спрос на выпускаемую продукцию. Для каждой культуры определим условие для выпускаемой продукции, что её количество не превышает спрос. В этом случае для каждой культуры определим величину спроса на неё y_i – спрос на количество произведенной культуры номера i , $i=1, 2, \dots, m$. Тогда задача модифицируется в следующую формулу:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij} \leq S_0 \\ S_0 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij} < S_{ij} \\ \sum_{j=1}^7 y_{ij} \cdot x_{ij} \leq y_i \\ x_{ij} \in N \end{cases}, \quad (1.6)$$

$$Z(X, T) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 PR_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij}} \rightarrow \max$$

Если брать за основу максимизацию прибыли, то R считается для S_0 , при этом максимизация прибыли достигается тогда, когда числитель $Z(X, T)$ становится максимальным, следовательно, приходим к задаче максимизации прибыли, и целевая функция будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 S_{ij} \cdot x_{ij} \leq S_0 \\ \sum_{j=1}^7 y_{ij} \cdot x_{ij} \leq y_i \\ x_{ij} \in N \end{cases} \quad (1.7)$$

$$Z(X, T) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^7 PR_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max$$

Для расчета оптимальной экономической модели были взяты показатели спроса на продукцию: 15 тыс. кг – салат (срезка), 120 тыс. шт. – салат (горшки), 6 тыс. кг – клубника. Итоговые расчеты и значения оптимального плана сведены в таблице 3. Таким образом, экономическая модель показала, что оптимальная сумма инвестиций для салатов (срезка) будет составлять 102,77 млн руб. с площадью помещения 1000 м² и урожайностью 72 кг/м². Для салатов, выращиваемых в горшочках, два показателя оптимальной площади: 200 м² и 500 м² со стартовыми инвестициями 19,50 млн руб. и 52,66 млн руб. соответственно. И для клубники оптимальная площадь составит: 500 м² и 1000 м² с урожайностью 27,7 кг/м² соответственно.

Таблица 3 – Параметры оптимальной экономической модели производства продукции вертикального фермерства в Новосибирской области

Позиция	Помещение, м ²	Срок окупаемости, л.	Уровень рентабельности, %	Инвестиции, млн руб.	Урожайность, тыс. кг/м ²
Салат (срезка)	1000	2,6	39,42	102,77	0,0721
Салат (горшки)	200	2,3	49,19	19,502	0,1412
Салат (горшки)	500	2,1	50,48	52,66	0,1431
Клубника	500	2,7	44,82	24,00	0,0277
Клубника	1000	2,6	51,94	48,00	0,0277

Рассмотрена экономическая модель действующей вертикальной фермы (на примере ООО «Вертикальные фермы» в г. Новосибирске). На данной ферме при помощи гидропонной технологии с 2019 г. выращивают и поставляют свежую зелень (руккола, романо, щавель, мангольд, шпинат и др.) на потребительский рынок. Площадь фермы – 640 м², площадь выращивания – 993 м², валовой сбор – 30 тыс. кг/год (табл. 4).

Таким образом, экономическая модель ООО «Вертикальные фермы» не соответствует параметрам оптимальной экономической модели, для достижения расчётных производственных и экономических показателей необходимо увеличение площади выращивания и повышение показателей урожайности. Для этого требуется привлечение дополнительных инвестиций и мер поддержки со стороны органов региональной и местной власти.

Таблица 4 – Соответствие ООО «Вертикальные фермы» параметрам оптимальной экономической модели

Показатель	Значение (2023 г.)	Отклонение от оптимальной модели, %
Урожайность, тыс. кг/год/м ²	0,046	-11
Инвестиции, тыс. руб./м ²	82,966	-21
Прибыль, тыс. руб./м ²	0,75	-98
Площадь выращивания, м ²	993	-19
Срок окупаемости, лет	3,2	-23

Современным инструментом финансирования проектов вертикального фермерства может стать краудфандинг – способ финансирования, при котором деньги на создание нового проекта поступают от его конечных потребителей. Это позволяет физическим лицам и предприятиям обслуживать нишевые рынки и позволяет мелким инвесторам участвовать в перспективных сельскохозяйственных проектах различного рода, а также дает возможность индивидуальным инвесторам и потребителям принимать более непосредственное участие на ранних стадиях цикла производства продукции вертикального фермерства (рис.4).

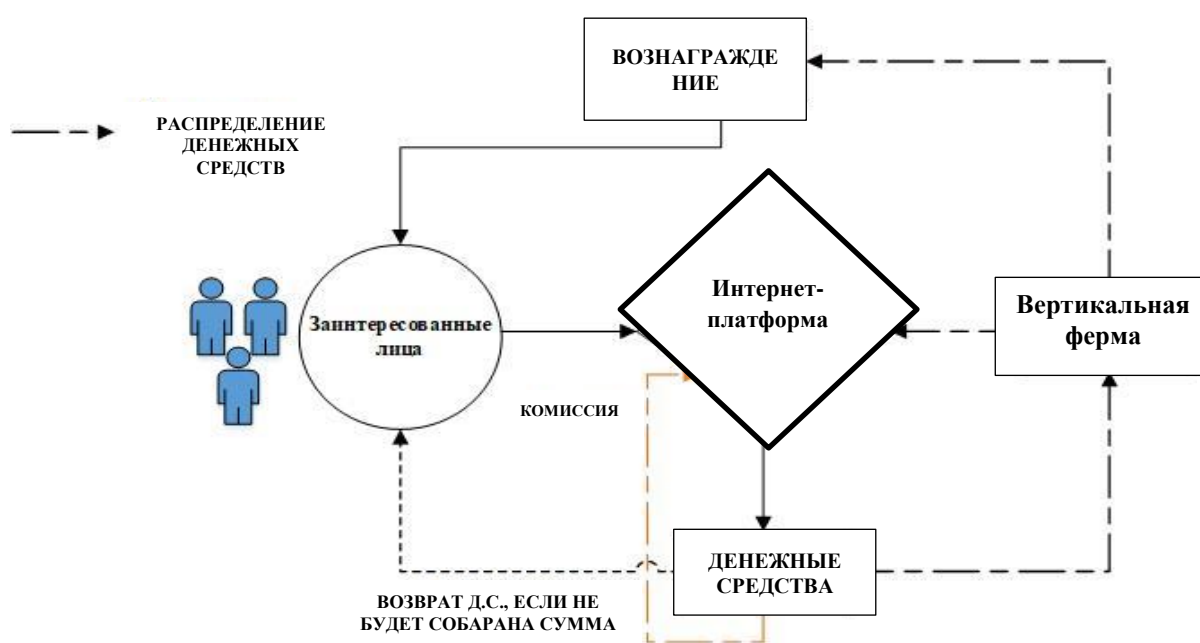


Рисунок 4 – Механизм финансирования вертикальной фермы на основе краудфандинга (составлено автором)

Преимущество данного инструмента состоит в том, что если нужная сумма не будет собрана в ограниченный период, то все вложенные средства будут возвращены участникам, что является страховкой для участников. Участники могут вкладывать свои средства безвозмездно (не получать ничего за это вознаграждение). Например, заинтересованное лицо (далее инвестор), которое желает принять участие в реализации проекта по выращиванию продукции вертикального фермерства, готов инвестировать (допустим, около 100 тыс. руб.). После запуска проекта и полноценного функционирования вертикальной фермы инвестор будет получать готовую продукцию этой фермы на сумму вложенных денег (если не на полную сумму, то на тех условиях, которые определяет создатель проекта, например, он будет взимать до 10% от вложенных средств как комиссию). Допустимо согласование индивидуального график доставки готовой продукции до участника проекта (например, доставлять готовую

продукцию раз в неделю). Краудфандинг можно использовать как способ продвижения и запуска бизнес-проекта, он позволяет значительно сэкономить на маркетинговых издержках на первоначальных этапах (с помощью проекта можно протестировать спрос и лучше спрогнозировать потребности населения).

3. Перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в Новосибирской области

Функционирование вертикального фермерства в регионе требует наличия важных партнерских взаимоотношений между местными фермерами, торговыми сетями, разработчиками технологий, научно-исследовательскими и образовательными учреждениями, муниципалитетами и общественностью. Поскольку вертикальное фермерство находится на стадии активного развития и распространения не только в регионе, но и по стране в целом, то автор предлагает в качестве информационного инструмента создать поддерживающие структуры для стимулирования дальнейшего роста отрасли, а именно «Ассоциацию вертикального фермерства» (АВФ) – некоммерческая организация, способствующая устойчивому развитию отрасли вертикального фермерства посредством оказания консультационных услуг, сотрудничества с различными образовательными учреждениями, органами государственной власти и производителями. Ее основополагающая задача будет заключаться в создании межрегиональной сети для профессионалов в области сити-фермерства, установлении стандартов и проведении политики, ориентированной на стимулирование развития вертикального фермерства и подготовкой высококвалифицированных кадров, желающих работать в данной подотрасли.

Развитие вертикальных ферм тормозит высокая себестоимость выращиваемой продукции, связанная с растущими затратами на электроэнергию. Автором предложен механизм поддержки вертикальных фермеров, направленный на компенсацию части затрат на электроэнергию Министерством сельского хозяйства Новосибирской области. Критерии для получения компенсации: вертикальная ферма должна использовать энергоэффективные технологии, соблюдать стандарты качества продукции и обеспечивать определённый объём производства. Компенсации должны покрывать часть затрат на электроэнергию, но не превышать определённый процент от общего объёма затрат (40%). Кроме этого, автором предложена реализация специальной грантовой поддержки для вертикальных ферм. Размер такого гранта зависит от площади выращивания фермы, ежегодных планируемых объемов производства, длительности работы на рынке, количества сотрудников и площади используемого помещения (табл. 5).

Таблица 5 – Требования и объемы грантовой поддержки вертикального фермерства в регионе (составлено автором)

Размер гранта	Требования (критерии)				
	Площадь выращивания, м ²	Объемы производства, тыс. т/год	Сколько лет на рынке	Количество сотрудников, чел.	Площадь помещения, м ²
от 100 до 500 тыс. руб.	до 30	до 0,9	0 до 1г.	1-2	до 20
от 500 тыс. руб. до 1млн руб.	от 30 до 100	от 1 до 3	от 1г. до 3 л.	2-5	от 20 до 70
от 1 до 3 млн руб.	≥ 100	≥ 3	≥ 3-х лет	≥ 5	≥ 70
от 3 до 5 млн руб.	≥ 300	≥ 5	от 3 до 5 лет	≥ 10	≥ 100
от 5 до 8 млн руб.	≥ 500	≥ 8	≥ 5 лет	≥ 10	≥ 200

Виды деятельности, на которые возможно будет потратить средства от полученного гранта:

- аренда и ремонт нежилого помещения (включая приобретение строительных материалов); приобретение оргтехники, технического оборудования (в том числе инвентаря, мебели); присоединение к инженерным сетям (электрические сети, газоснабжение, водоснабжение и др.);

- приобретение программного обеспечения, сырья, расходных материалов, необходимых для производства продукции и оказания услуг (семена, удобрения и пр.); оформление результатов интеллектуальной деятельности; оплата первых взносов по договорам услуг связи и интернета, продвижение (СМИ, сайт и соцсети).

Размер сумм гранта, подлежащих перечислению получателю, определяется исходя из размера затрат по созданию или развитию вертикальной фермы, фактически понесенных и документально подтвержденных в течение 18 месяцев, в следующем порядке:

- в размере не более 75% от суммы затрат на приобретение отечественного оборудования (стеллажи, освещение), комплектующих и ПО;

- в размере не более 30% от суммы затрат на приобретение иностранного оборудования, комплектующих и ПО;

- в размере 100% от суммы затрат на приобретение расходных материалов, создание сайта, оформление результатов интеллектуальной деятельности.

На примере действующей фермы в регионе ООО «Вертикальные фермы» (дочерняя организация ООО «Городские теплицы» в г. Новосибирске) представлены прогнозные экономические показатели от реализации предложенных инструментов поддержки (табл. 6).

Таблица 6 – Фактические и прогнозные показатели ООО «Вертикальные фермы» (составлено автором)

Показатель	Год							
	ФАКТ			ПЛАН				
	2021	2022	2023	2025	2027	2030	2033	2035
Среднесуточное потребление электроэнергии (э/э), кВт/ч	4733	4733	4733	4733	4732	4731	4730	4729
Тариф э/э с учетом компенсации, руб./кВт/ч	2,93	3,36	3,36	3,87	4,28	4,96	5,74	6,33
Затраты на э/э с учетом компенсации, тыс. руб.	5061,7	5804,5	5804,5	6685,6	7393,8	8566,8	9909,8	10926,1
Расход электроэнергии на 1кг продукции, кВт/ч/кг	0,158	0,148	0,143	0,132	0,122	0,113	0,104	0,097
Себестоимость продукции, руб./кг	709,12	698,74	715,35	766,13	797,09	845,88	897,65	933,92
Выручка, тыс. руб.	16603	31349	32942	32660	33449	35404	37058	39267
Прибыль, тыс. руб.	3263	16239	500	1819	1910	2005	2106	2211
Рентабельность, %	2,45	6,46	1,61	5,57	5,85	6,14	6,45	6,77

Таким образом, компенсация затрат на электроэнергию, гранты на приобретение программного обеспечения и энергосберегающего оборудования позволят повысить показатели рентабельности компании и достигнуть показателя – 6,77% к 2035 г. (+4,32 п.п. относительно 2021 г.).

Вертикальное фермерство в Новосибирской области оказывает влияние на экономическую, социальную, технологическую и экологическую сферу региона, т.е. обеспечивает его устойчивое развитие. На рис. 5 представлен перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в регионе.

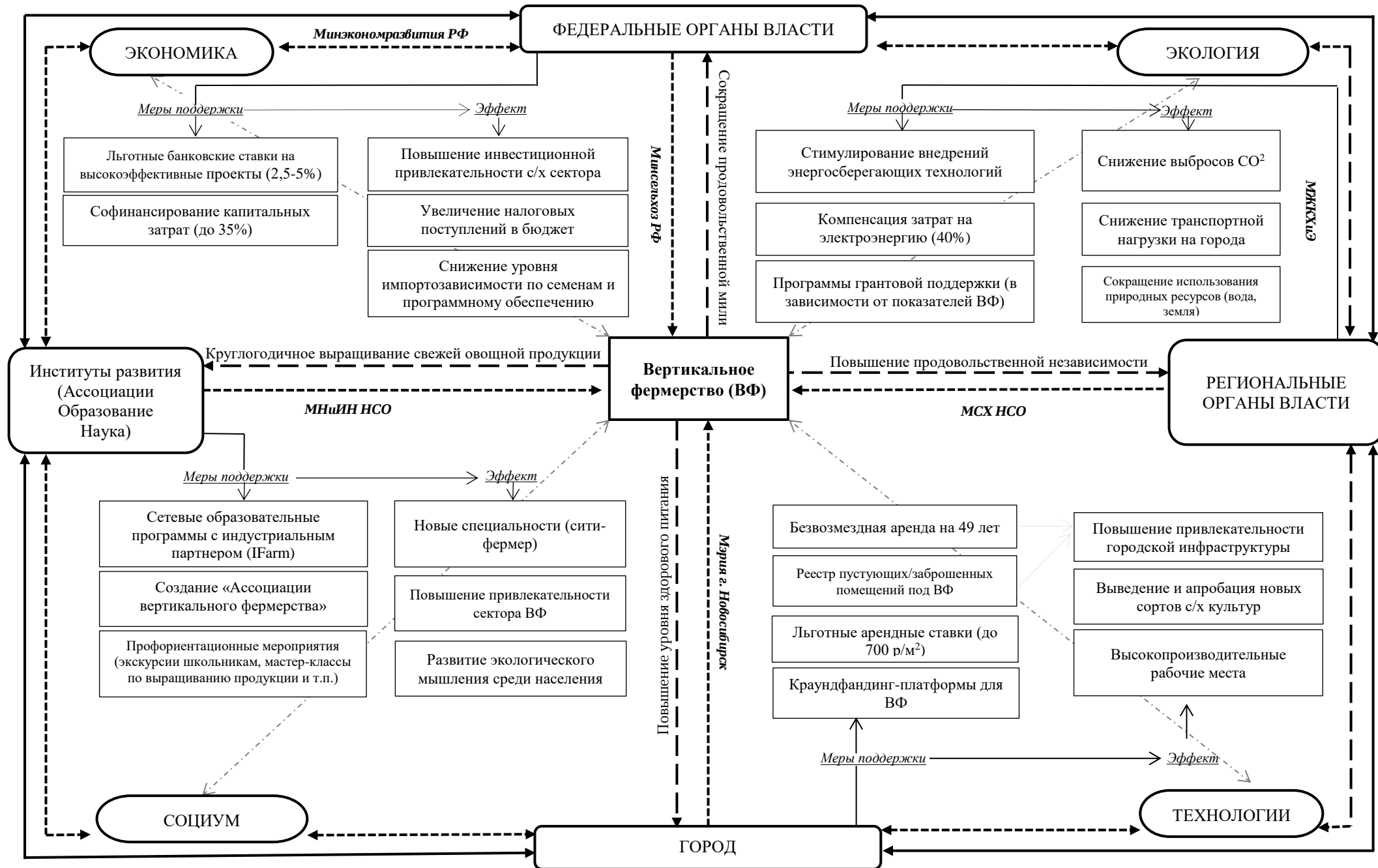


Рисунок 5 – Перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в регионе
(составлено автором)

Со стороны органов федеральной власти могут быть предоставлены следующие механизмы поддержки вертикального фермерства: (1) льготные банковские ставки на высокоэффективные проекты (2,5-5%); (2) софинансирование капитальных затрат (до 35%). Также в качестве поддержки могут выступить безвозмездная аренда пустующих помещений на 49 лет и льготные арендные ставки на помещения для вертикальных ферм.

Таким образом, реализация предложенного организационно-экономического механизма развития вертикального фермерства в Новосибирской области способна обеспечить его устойчивое развитие и улучшить качество питания городского населения.

4. Долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства в Новосибирской агломерации

Дальнейшее развитие вертикального фермерства связано в первую очередь с ростом численности городского населения и улучшением качества их питания в части увеличения объемов потребления свежих овощей, ягод и зелени.

Как можно увидеть в табл. 7, прирост численности городского населения в 2035 г. относительно 2025 г. составит 1,36% (в среднем на 3 тыс. чел ежегодно) и в 2035 г. численность населения Новосибирской агломерации может достигнуть 1904,8 тыс. чел. По прогнозным данным, потребление зелени в Новосибирской агломерации к 2035 г. достигнет 2,528 кг/чел./год (+ 30% относительно 2025 г.) и емкость рынка составит 54,19 тыс. ц.

Ежегодный прирост производства продукции на вертикальных фермах в мировом сообществе составляет около 9%. Прогнозируется, что производство свежей зелени на душу населения в регионе будет составлять 2,840 кг/чел./год (+1,12 кг/чел./год относительно 2025 г.), а потребление на душу населения будет составлять к 2035 г. 2,462 кг/чел./год (+1,51 кг/чел./год относительно 2025 г.). В настоящее время 98% свежей зелени в регионе производится на тепличных комплексах. По прогнозным данным доля производства свежей зелени, выращенной на вертикальных фермах к 2035 г. составит 35% от общего объема производства свежей зелени (рис. 6).

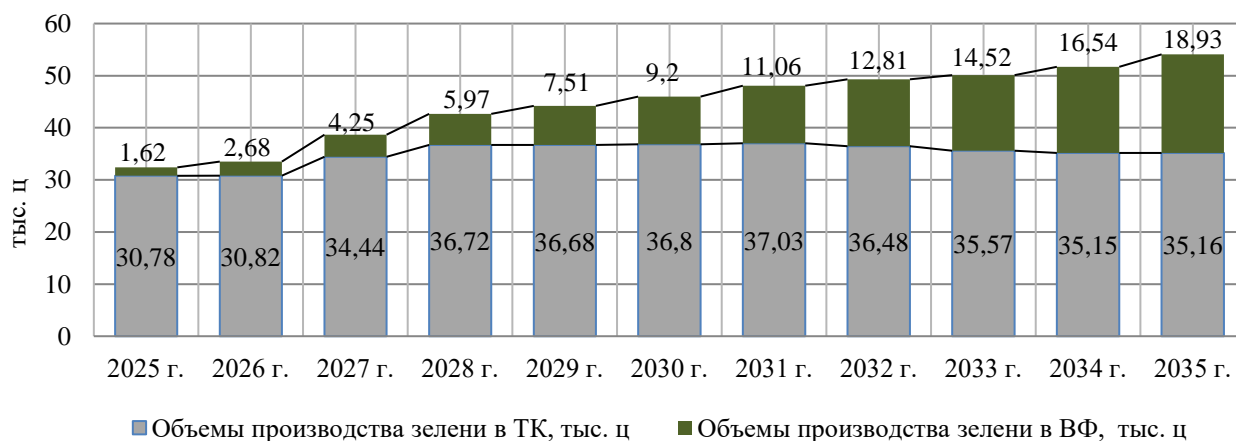


Рисунок 6 – Прогнозные объемы производства зелени в агломерации на тепличных комплексах и вертикальных фермах до 2035 г. (составлено автором)

Таблица 7 – Прогнозные показатели вертикального фермерства в Новосибирской агломерации на 2025-2035 гг. (составлено автором)

Показатель	Год										
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Городское население, тыс. чел	1879,3	1881,9	1884,4	1887,0	1889,5	1892,1	1894,6	1897,2	1899,7	1902,3	1904,8
Прогнозируемые объемы потребления зелени, кг/чел./год (по аналитическим данным Россельхозбанка)	8,84	9,12	9,4	9,69	9,99	10,3	10,62	10,95	11,29	11,64	12
Прогнозируемые объемы потребления зелени, кг/чел./год	2,150	2,211	2,274	2,338	2,405	2,473	2,543	2,616	2,690	2,766	2,845
Прогнозируемые объемы потребления ягод, кг/чел./год	4,800	4,987	5,182	5,384	5,594	5,812	6,039	6,274	6,519	6,773	7,037
Уровень самообеспечения, %	70,03	71,06	73,03	75,25	77,05	79,04	80,04	83,01	85,06	87,03	89,02
Емкость рынка от прогнозируемых объемов потребления зелени (по данным Россельхозбанка), тыс. ц	166,13	171,62	177,13	182,85	188,76	194,88	201,21	207,74	214,48	221,42	228,58
Емкость рынка от прогнозируемых объемов потребления зелени, тыс. ц	40,41	41,61	42,84	44,12	45,44	46,79	48,18	49,62	51,10	52,62	54,19
Емкость рынка от прогнозируемых объемов потребления ягод, тыс. ц	106,12	110,42	114,88	119,52	124,35	129,37	134,59	140,04	145,69	151,58	157,70
Объемы производства тепличных овощей, тыс. ц	501,00	515,00	529,00	543,00	557,00	571,00	585,00	599,00	613,00	627,00	641,00
в том числе свежей зелени, тыс. ц	32,40	33,50	38,70	42,70	44,20	46,00	48,10	49,30	50,10	51,70	54,10
Объемы производства ягод на вертикальных фермах, тыс. ц	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,29	0,30	0,31	0,32
Производство на душу населения (тепличных овощей), кг/чел.	26,658	27,366	28,072	28,776	29,478	30,178	31,573	32,267	32,960	33,651	34,344
Производство на душу населения (свежей зелени), кг/чел.	1,724	1,780	2,054	2,263	2,339	2,431	2,539	2,599	2,637	2,718	2,840
Потребление на душу населения (тепличные овощи), кг/чел.	12,529	13,409	13,755	13,525	13,855	14,184	14,512	14,839	15,166	15,491	15,816
Потребление на душу населения (свежей зелени) кг/чел.	1,207	1,264	1,499	1,697	1,801	1,921	2,031	2,157	2,242	2,364	2,528
Производство на душу населения (ягод) кг/чел.	0,0088	0,0096	0,0105	0,0113	0,0122	0,0130	0,0138	0,0147	0,0155	0,0163	0,0172
Потребление на душу населения (ягод) кг/чел.	0,0066	0,0072	0,0078	0,0085	0,0091	0,0097	0,0104	0,0110	0,0116	0,0122	0,0129
Объемы производства зелени в тепличных комплексах, тыс. ц	30,78	30,82	34,44	36,72	36,68	36,80	37,03	36,48	35,57	35,15	35,16
Объемы производства зелени на вертикальных фермах, тыс. ц	1,62	2,68	4,25	5,97	7,51	9,20	11,06	12,81	14,52	16,54	18,93
Эластичность спроса по цене на зелень	-	1,359	1,323	1,305	1,239	1,225	1,198	1,186	1,162	1,015	0,989
Эластичность спроса по цене на ягоду	-	1,351	1,306	1,266	1,202	1,195	1,184	1,143	1,107	1,062	0,997

На рисунке 7 наглядно видно, что объемы производства свежей зелени на вертикальных фермах к 2035 г. достигнут 18,93 тыс. ц. (+17,33 тыс. ц относительно 2025 г.), а производство свежей зелени в тепличных комплексах составит 35,16 тыс. ц (доля производства от общего объема свежей зелени составит 65%), темп роста производства продукции на вертикальных фермах в регионе будет составлять 3,17%. Таким образом, для производства продукции на вертикальных фермах в Новосибирской агломерации к 2035 г. потребность в площадях достигнет 15 тыс. м², а под выращивание ягодных культур потребуется 1,4 тыс. м² (рис. 7).

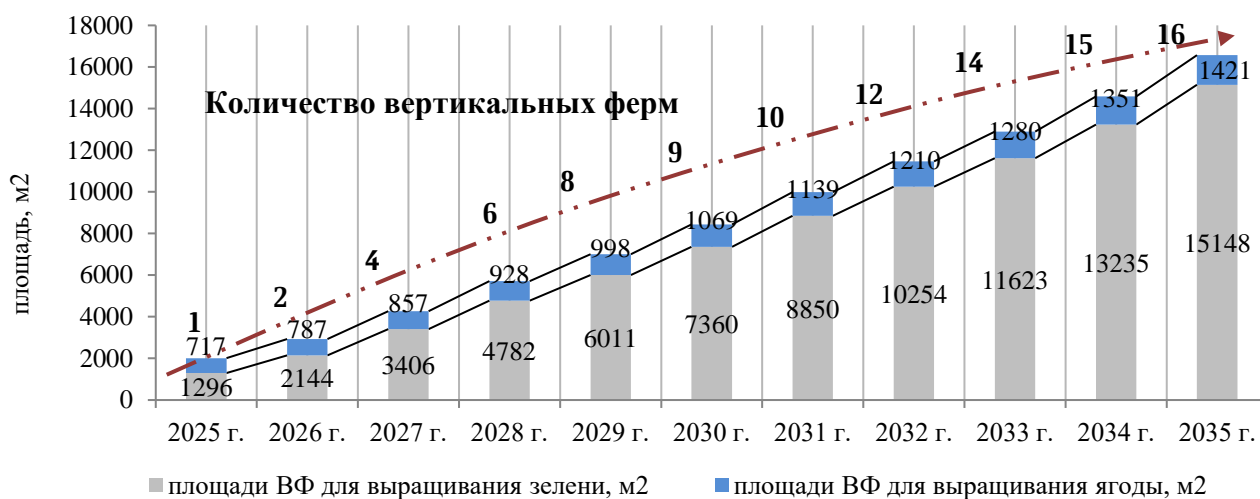


Рисунок 7 – Значения требуемых площадей под прогнозируемые объемы производства и количество вертикальных ферм на 2025-2035 гг. в Новосибирской агломерации (составлено автором)

К 2035 г. в г. Новосибирске будет необходимо 16 действующих вертикальных ферм для удовлетворения растущего спроса населения на свежую зелень и ягоды. Исходя из текущих тенденций развития вертикального фермерства в регионе и изменений в потребительских предпочтениях среди городского населения, можно сделать вывод на основе показателей эластичности спроса, что продукция вертикального фермерства имеет потенциал перейти из категории премиального товара в категорию товаров массового потребления. Этот процесс может быть обусловлен рядом факторов, включая растущую осведомленность потребителей о преимуществах вертикального фермерства, кроме того, технологический прогресс и снижение себестоимости выращиваемой продукции будут способствовать увеличению доступности этой категории товаров для широкого круга потребителей.

Эффективность вертикального фермерства может быть измерена различными показателями, такими как продуктивность, качество продукции, экологический след, управление ресурсами, экономическая эффективность. Автором составлена матрица эффектов от развития вертикального фермерства в регионе по разным сферам жизни (табл. 8). Вертикальное фермерство имеет положительный эффект не только в экономической, но и других сферах.

Таблица 8 – Матрица эффектов от развития вертикального фермерства в регионе к 2035 г. (составлено автором)

Сфера	Параметры (показатели)	Прогноз на 2035 г.	
Социальная	Новые высокопроизводительные рабочие места, ед.	↑	+240
	Уровень здорового питания, %	↑	+13,2
Экономическая	Налоговые поступления, тыс. руб.	↑	+ 209 723 местный бюджет +292 в федеральный бюджет
	Снижение импортозависимости, %	↓	-65,4
Экологическая	Снижение выбросов CO ² , т	↓	-497,3
	Снижение транспортной нагрузки (сокращение грузового транспорта), ед.	↓	- 343

По расчетам автора, к 2035 г. в регионе количество высокопроизводительных рабочих мест в области вертикального фермерства будет достигать 240 ед. Непосредственное производство продукции в местах сбыта (в торговых центрах, супермаркетах, ресторанах и т.д.) позволит сократить потребность в грузовом транспорте и повлечет за собой сокращение выбросов CO² (-497,3 т к 2035 г.).

Таким образом, для развития вертикального фермерства в регионе и достижения представленных прогнозных показателей необходима реализация следующих организационных мероприятий Министерством сельского хозяйства Новосибирской области:

- 1) разработка региональной стратегии развития вертикального фермерства, основанной на концептуальной модели и организационно-экономическом механизме, предложенными автором;
- 2) создание Ассоциации вертикального фермерства (АВФ);
- 3) публикация методических указаний, определяющих оптимальные производственно-экономические параметры выращивания продукции вертикального фермерства;
- 4) создание краудфандинговой платформы для финансирования вертикальных ферм;
- 5) популяризация продукции, выращенной на местных вертикальных фермах среди городского населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного диссертационного исследования можно сделать следующие выводы, подтверждающие его научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

1. Описаны основные предпосылки развития вертикального фермерства в регионе: низкий уровень диверсификации продукции растениеводства, поставляемой тепличными комплексами (39,3 тыс. т огурцов, 4,4 тыс. т томатов и 2,2 тыс. т салата); высокий уровень урбанизации региона (79,4%) и недостаток потребления свежих

овощей, ягод и зелени городским населением (ниже на 25,71% от рекомендованной нормы потребления овощей и ниже на 31% от рекомендованной нормы потребления свежих ягод); высокая транспортная нагрузка (48% перегруженность городских улиц).

2. Дано авторское определение понятию «вертикального фермерства» как постоянной и динамичной части городской социально-экономической и экологической системы АПК, использующей типичные городские ресурсы, конкурирующей за землю и воду с другими городскими функциями, находящейся под влиянием городской политики и планов, способствующей социально-экономическому развитию города, направленной на круглогодичное выращивание растениеводческой продукции в закрытых помещениях с полностью контролируемым микроклиматом и без использования почвы в вертикальных конструкциях, а также связанные с ней видами деятельности, такие как переработка и сбыт продукции.

3. Предложены концептуальные основы развития вертикального фермерства в регионе, описаны функции, факторы, инструменты развития и индикаторы: доля в общем объеме производства продукции в растениеводстве (2-3%); доля занимаемого рынка в отрасли производства зелени (30-35%).

4. Проведен PESTEL-анализ вертикального фермерства в регионе, который показал, что на развитие отрасли в регионе большее влияние могут оказать такой экономический фактор, как компенсация части затрат на электроэнергию. Наиболее положительный эффект для развития вертикального фермерства вносят аспекты социокультурного сектора жизни, такие как: уровень миграции и рост городского население (расширение агломераций), изменение гастрономических предпочтений населения.

5. Разработана оптимальная экономическая модель производства продукции вертикального фермерства, где теоретическая и практическая значимость состоит в качественном и количественном принятии решений в области создания и развития вертикального фермерства в регионе. Рассчитанные данные экономической модели показали, что оптимальное количество инвестиций в Новосибирской области для салатов (срезка) будут составлять 102,77 млн руб. с площадью помещения 1000 м² и урожайностью 72 кг/м². Для салатов, выращиваемых в горшочках, два показателя оптимальной площади: 200 и 500 м² со стартовыми инвестициями 19,50 млн руб. и 52,66 млн руб. соответственно. Для клубники оптимальная площадь составит: 500 и 1000 м². Таким образом, с помощью методов линейного программирования предложена гибкая система поддержки принятия решений для выбора наилучших вариантов площадей под вертикальное фермерство и вида выращиваемых культур для потребительского рынка в регионе на основе показателей рентабельности.

6. Автором предложено использовать краудфандинг в качестве современного инструмента финансирования проектов по созданию вертикальных ферм, при котором деньги на создание нового продукта поступают от его конечных потребителей. Этот механизм, позволяет получать дополнительные финансовые средства сити-фермеру от заинтересованных лиц (это могут быть инвесторы или частные лица) через специальные крауд-платформы. Взамен они получают от сити-фермера вознаграждения: материальные (например, готовая продукция) или нематериальное (например, проведение мастер-класса) или делают пожертвования на безвозмездной основе.

7. Разработан перспективный организационно-экономический механизм развития вертикального фермерства в Новосибирской области, который подразделяется на 2 блока: (1) финансовая поддержка вертикального фермерства:

предоставление грантовой поддержки (в зависимости от показателей фермы), софинансирование капитальных затрат (до 35% от первоначальных вложений на запуск вертикальной фермы), льготные кредитные ставки (2,5-5%), компенсация затрат на электроэнергию (40%); (2) информационно-интеллектуальная поддержка: фундаментальные и научно-прикладные исследования в области вертикального фермерства; запуск новых направлений подготовки в средних и высших учебных заведениях; обеспечение необходимой информацией сити-фермеров (реестр пустующих помещений, реестр основных игроков на рынке); оказание различных консультационных услуг фермерам и др.

8. Предложенный механизм поддержки вертикального фермерства в регионе апробирован на примере ООО «Вертикальные фермы» (г. Новосибирск). Компенсация затрат на электроэнергию Министерство сельского хозяйства Новосибирской области и предоставление грантов на развитие вертикальных ферм позволит повысить показатели рентабельности организации на 4,32 п.п. к 2035 г.

9. Разработан долгосрочный прогноз развития вертикального фермерства в регионе и рассчитана емкость рынка. Потребление зелени в Новосибирской агломерации к 2035 г. достигнет 2,528 кг/чел./год (+30% относительно 2025 г.) и емкость рынка составит 54,19 тыс. ц. Прогнозные нормы потребления ягод в регионе к 2035 г. будут составлять 7 кг/чел./год (при прогнозируемой емкости рынка 157,7 тыс. ц). Прогноз показателей эластичности спроса на продукцию вертикального фермерства показал, что постепенно данная продукция способна стать товаром массового потребления, что положительно скажется на качестве питания городского населения.

10. Составлена матрица эффектов от развития вертикального фермерства в регионе к 2035 г: увеличение количества высокопроизводительных рабочих мест на 240 ед., уровня здорового питания – на 13,2%, доходов местного бюджета – на 209,7 млн руб., сокращение выбросов углекислого газа на 497,3 т.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Статьи в научных изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Scopus и WoS

1. Belyaeva E.V. Effectiveness and profitability of automation technologies in greenhouse productivity and food security / Laila Gazieva, Elena Belyaeva and Valery Kosulin // E3S Web of Conf., 451 (2023) 02012 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345102012>. – 0,37 п.л., автора – 0,19 п.л.

2. Belyaeva E.V. Vertical Farming as a Unique Solution for Future Agricultural Challenges / Rizvan I. Aliev, Timur K. Goguzokov and Elena V. Belyaeva // BIO Web Conf., 76 (2023) 05008 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237605008>. – 0,31 п.л., автора – 0,10 п.л.

Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК

3. Беляева Е.В. Моделирование деятельности компании в сфере урбанизированного растениеводства / А.А. Обухов, Е.В. Беляева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2024. – №.6. – С. 34-39 – 0,38 п.л., автора – 0,19 п.л.

4. Беляева Е.В. Организационно-экономический механизм формирования локального рынка продукции урбанизированного растениеводства / М.С. Петухова, Е.В. Беляева //

Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2024. – №4 – С. 127-131. – 0,31 п.л., автора – 0,15 п.л.

5. Беляева Е.В. Финансовая модель для урбанизированного растениеводства / М.С. Петухова, Е.В. Беляева // Экономика сельского хозяйства России, 2024. – №5. – С. 16-23. 0,5 п.л., автора – 0,25 п.л.

6. Беляева Е.В. Краудфандинг как современный инструмент финансирования сити-фермерства / Е.В. Беляева // АПК: экономика, управление, 2022. – № 9. – С. 104-108. – 0,31 п.л., автора – 0,31 п.л.

7. Беляева Е.В. Особенности производства и потребления овощной продукции в Сибирском федеральном округе / Е.В. Беляева // АПК: экономика, управление, 2022. – № 4. – С. 89-94. – 0,31 п.л., автора – 0,31 п.л.

8. Беляева Е.В. Развитие производства овощей в регионе в условиях импортозамещения / Наконечная О.А., Беляева Е.В., Рюмкина И.Н., Рюмкин С.В., Стома А.Ю., Цынгueva В.В., Кузнецова И.Г., Шаравина Е.В. // Экономика и предпринимательство, 2019. – № 12 (113). – С. 403-406. – 0,31 п.л., автора – 0,04 п.л.

Монографии

9. Стратегия развития вертикального фермерства в Новосибирской области // М.С. Петухова, Е.В. Беляева. – Новосибирск: Издательский центр «Золотой колос», 2024. – 200 с. – 12,5 п.л., автора – 6,25 п.л.

Прочие публикации по теме диссертационного исследования

10. Беляева Е.В. Устойчивое развитие сельских территорий Крайнего Севера посредством урбанизированного растениеводства / М.С. Петухова, Е.В. Беляева // Устойчивое развитие сельских территорий: взгляд молодых ученых: материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. Новосибирск, 2024. – С. 16-20. – 0,31 п.л., автора – 0,15 п.л.

11. Belyaeva E.V. The growth of urbanized crop production: features, factors and reasons / Korotkikh E.G., Belyaeva E.V. // Теория и практика современной аграрной науки: сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2023. – С. 115-118. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.

12. Беляева Е.В. Предпосылки развития урбанизированного растениеводства в России / Беляева Е.В. // Теория и практика современной аграрной науки: сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2023. – С. 1311-1314. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.

13. Беляева Е.В. Анализ инновационного развития сельского хозяйства России / Беляева Е.В. // Комплексное развитие сельских территорий Сибирского федерального округа: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАН П.М. Першукевича. Новосибирск, 2023. – С. 17-21. – 0,31 п.л., автора – 0,31 п.л.

14. Беляева Е.В. Цифровизация овощеводства защищенного грунта / Беляева Е.В. // Цифровизация отраслей АПК: опыт, проблемы, пути решения: материалы Международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2022. – С. 21-25. – 0,31 п.л., автора – 0,31 п.л.

15. Беляева Е.В. Понятие и предпосылки развития урбанизированного растениеводства в Новосибирской области / Беляева Е.В., Цынгueв Б.Ц. // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической

конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 2022. – С. 266-270 – 0,31 п.л., автора – 0,15 п.л.

16. Беляева Е.В. Зарубежный опыт развития урбанизированного растениеводства / Петухова М.С., Беляева Е.В. // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2021. – С. 1132-1136. – 0,31 п.л., автора – 0,15 п.л.

17. Беляева Е.В. Оптово-распределительный центр (ОРЦ) как фактор развития овощеводства в условиях импортозамещения / Ожогова О.В., Беляева Е.В. // Теория и практика современной аграрной науки: сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 2021. – С. 1282-1286. – 0,31 п.л., автора – 0,15 п.л.

18. Беляева Е.В. Государственная инвестиционная поддержка тепличных комплексов, как фактор развития овощеводства страны / Беляева Е.В. // Молодежная наука об актуальных проблемах и перспективах развития отраслей народного хозяйства: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции обучающихся. Новосибирск, 2021. – С. 179-182. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.

19. Беляева Е.В. Расширение ассортимента овощной продукции на агропродовольственном рынке Новосибирской области / Петухова М.С., Беляева Е.В. // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 2021. – С. 748-751. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.

20. Беляева Е.В. Обеспечение населения овощной продукцией в условиях импортозамещения / Ожогова О.В., Беляева Е.В. // Современные аспекты экономики и управления: материалы вузовской научно-практической конференции выпускников и магистрантов факультета экономики и управления Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 2021. – С. 26-30. – 0,31 п.л., автора – 0,12 п.л.

21. Беляева Е.В. Концептуальный подход к развитию овощеводства в регионе / Наконечная О.А., Беляева Е.В. // Актуальные вопросы теоретической и прикладной экономики: материалы международной научно-практической конференции, Новосибирск, 2020. – С. 202-205. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.

22. Беляева Е.В. Методы эконометрического прогнозирования показателей экономического развития ЛПХ / Агафонова О.В., Беляева Е.В. // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2017. – № 5-5 (47). – С. 3-6. – 0,25 п.л., автора – 0,12 п.л.