

УДК 338.43

A.A. Rumyantsev, K.S. Koroleva

SPECIFICS OF FORECASTING BUSINESS PROCESSES IN VEGETABLE FARMING IN THE LENINGRAD REGION: ACCOUNTING FOR CLIMATIC AND AGROTECHNOLOGICAL RISKS

The article analyzes the specifics of forecasting business processes in vegetable farming in the Leningrad Region, focusing on accounting for climatic and agrotechnological risks. It considers the need to develop an adaptive methodology that integrates regression analysis and scenario modeling to improve the accuracy of management decisions. The proposed approach aims to reduce uncertainty and transform management into a proactive one by considering unique regional factors.

Keywords: forecasting, vegetable farming, Leningrad Region, climatic risks, agrotechnological risks, regression analysis, scenario modeling.

А.А. Румянцев¹, К.С. Королева²

СПЕЦИФИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ОВОЩЕВОДСТВЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: УЧЁТ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

В статье проводится анализ специфики прогнозирования бизнес-процессов в овощеводстве Ленинградской области с акцентом на учёт климатических и агротехнологических рисков. Рассматривается необходимость разработки адаптивной методики, интегрирующей регрессионный анализ и сценарное моделирование для повышения точности управленческих решений. Предлагаемый подход направлен на снижение неопределённости и трансформацию управления в проактивное за счёт учёта уникальных региональных факторов.

Ключевые слова: прогнозирование, овощеводство, Ленинградская область, климатические риски, агротехнологические риски, регрессионный анализ, сценарное моделирование.

DOI: 10.36807/2411-7269-2026-2-45-57-61

Овощеводство Ленинградской области, являясь стратегически важной отраслью для обеспечения продовольственной безопасности многомиллионного мегаполиса и всего Северо-Западного федерального округа, демонстрирует уникальную модель аграрного производства, сформированную под влиянием целого ряда специфических факторов.

Ключевой особенностью региона выступает его принадлежность к зоне рискованного земледелия, обусловленная, прежде всего, сложными почвенно-климатическими условиями. Умеренно континентальный климат с чертами морского характера характеризуется недостатком суммарной солнечной радиации, высокой влажностью воздуха, преобладанием пасмурных дней и сравнительно коротким безморозным периодом [1]. Эти обстоятельства исторически предопределили доминирование защищённого грунта в структуре товарного производства овощей. Тепличные комплексы и парниковые хозяйства стали не просто альтернативой, а единственно возможным способом достижения стабильных и прогнозируемых урожаев культур.

Другой фундаментальной характеристикой, определяющей лицо местного овощеводства, является его выраженная зависимость от импортного посевного материала. Несмотря на наличие отечественной селекции, ориентированной на устойчивость к болезням и низкой освещённости, подавляющая часть высокопродуктивных гибридов, особенно томата и перца, традиционно завозилась из-за рубежа [2]. Данный фактор вносит существенную долю неопределённости в производственные циклы, делая их уязвимыми к колебаниям валютных курсов, логистическим сбоям и геополитической конъюнктуре, что особенно ярко проявилось в последние годы. Таким образом, отрасль функционирует в условиях двойного риска: с одной стороны, сугубо природного, а с другой – порожденного макроэкономическими и внешнеторговыми отношениями.

Существующие общепринятые методики прогнозирования бизнес-процессов в сельском хозяйстве, как правило, разрабатывались для регионов с более благоприятными агроклимати-

¹ Румянцев А.А., преподаватель кафедры бизнес-информатики; ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", г. Санкт-Петербург

Rumyantsev A.A., Lecturer of the Department of Business Informatics; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University)", Saint Petersburg
E-mail: arumiantcev15@gmail.com

² Королева К.С., доцент кафедры бизнес-информатики, кандидат экономических наук; ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", г. Санкт-Петербург

Koroleva K.S., Associate Professor of the Department of Business Informatics; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University)", Saint Petersburg
E-mail: ks@gtifem.ru

ческими условиями и иной структурой затрат. Их прямое применение к реалиям Ленинградской области зачастую приводит к значительным погрешностям и не позволяет эффективно управлять такими критически важными параметрами, как себестоимость продукции, объёмы поставок, ценовая политика и рентабельность. Стандартные модели зачастую недооценивают влияние таких локальных факторов, как высокая энергоёмкость производства, связанная с необходимостью досвечивания и обогрева, или риски несвоевременных поставок семян и средств защиты растений [3].

В этой связи возникает острая практическая потребность в разработке специализированного инструментария для прогнозирования, который бы комплексно учитывал уникальную совокупность климатических и агротехнологических рисков, присущих именно овощеводству Ленинградской области.

Несмотря на очевидную востребованность, подобная методика на сегодняшний день отсутствует в арсенале региональных агроменеджеров и экономистов-аналитиков. Отдельные исследования посвящены агроклиматическим особенностям региона [4], другие – экономическим аспектам развития тепличных комплексов [5], однако их интеграция в целостную прогнозную модель не проводилась.

Восполнение данного пробела является необходимым условием для перехода местного аграрного бизнеса на качественно новый уровень управленческой культуры, основанной на данных и точных расчётах, что и определяет актуальность настоящего исследования.

Целью данной работы является синтез методического подхода к прогнозированию бизнес-процессов в овощеводстве Ленинградской области, интегрирующего оценку климатических и агротехнологических рисков для повышения точности и обоснованности управленческих решений.

Продолжая начатый анализ, необходимо детально рассмотреть специфические факторы неопределённости, которые формируют уникальную среду для ведения агробизнеса в Ленинградской области и которые должны быть заложены в основу любой адекватной прогнозной модели. Эти факторы носят комплексный и взаимосвязанный характер, многократно усиливая негативное влияние друг друга на конечный экономический результат.

Климатические риски, безусловно, являются системообразующими для региона. Дефицит фотосинтетически активной солнечной радиации выступает ключевым лимитирующим фактором. Согласно многолетним данным, суммарная солнечная радиация на территории области составляет около 82 Ккал/см² в год, что на 15-20% ниже, чем в центральных чернозёмных регионах России [6]. Этот дефицит напрямую влияет на продолжительность вегетационного периода, замедляет фотосинтез и накопление растительной массы, что, в конечном итоге, сдвигает прогнозируемые сроки созревания и сбора урожая. Проблема усугубляется высокой повторяемостью пасмурных дней, особенно в осенне-зимний период, когда доля рассеянной радиации может достигать 70%.

Другим критически важным климатическим фактором являются поздние весенние и ранние осенние заморозки. Средняя дата последнего заморозка весной приходится на конец мая – начало июня, а первого осеннего – на вторую декаду сентября. Однако вариабельность этих дат крайне высока, что вносит существенную неопределённость в календарные планы агрономических служб.

Посадка рассады в открытый грунт или даже в необогреваемые плёночные теплицы, проведённая в соответствии со средними значениями многих лет, может привести к значительным потерям в случае аномального похолодания. Это вынуждает хозяйства либо закладывать в прогнозы более поздние и, следовательно, менее доходные сроки выхода на рынок, либо нести повышенные риски и затраты на организацию дополнительных укрытий и систем аварийного обогрева. Таким образом, климатическая неопределённость транслируется в неопределённость производственных циклов и финансовых потоков.

Агротехнологические риски тесно переплетены с природно-ресурсной базой региона. Преобладающими типами почв в Ленинградской области являются подзолистые и дерново-подзолистые почвы, для которых характерны низкое естественное плодородие, высокая кислотность и неблагоприятные физические свойства [7]. Ограниченность площадей с высокоплодородными землями исторически обусловила их интенсивную эксплуатацию, что привело к деградации и потребовало проведения масштабных мелиоративных работ. В настоящее время поддержание и повышение плодородия этих почв требует постоянного внесения значительных доз органических и минеральных удобрений, известкования и применения почвоулучшителей.

Данное обстоятельство порождает два основных следствия для экономического прогнозирования. Во-первых, происходит устойчивый рост статьи затрат "удобрения и средства защиты растений", причём этот рост носит нелинейный характер. По мере исчерпания легкодоступного почвенного плодородия для поддержания плановой урожайности требуются всё большие

объёмы вносимых туков, что подчиняется закону убывающей предельной отдачи [8]. Во-вторых, зависимость от импортных компонентов, особенно калийных и сложных комплексных удобрений, а также средств защиты растений, делает данную статью затрат крайне чувствительной к валютным колебаниям и геополитическим ограничениям. Прогнозирование себестоимости продукции без учёта волатильности цен на эти ключевые ресурсы становится заведомо неточным.

Логистические риски завершают триаду ключевых факторов неопределённости. Специфика географического положения и ландшафта Ленинградской области, для которой характерна высокая степень заболоченности и большое количество водных преград, создаёт существенные преграды для организации эффективных поставок как материальных ресурсов (топливо, удобрения, тара) к производственным площадкам, так и готовой продукции к оптовым распределительным центрам и ритейлу.

Влияние логистических факторов на себестоимость продукции овощеводства открытого грунта в Ленинградской области отражено в Табл. 1.

Таблица 1 – Влияние логистических факторов

Фактор	Влияние на себестоимость	Комментарий
Удалённость полей от складов	Прямое увеличение затрат на ГСМ и амортизацию техники	В среднем на 8-12% выше, чем в Центрально-Чернозёмном регионе
Низкое качество дорог местного значения	Повышенный износ транспорта, риск порчи товара при транспортировке, срыв сроков поставок	Сезонное ухудшение (распутица) носит прогнозируемый характер, но длительность периода сложно предсказать
Необходимость перевалки грузов	Дополнительные затраты на погрузочно-разгрузочные работы	Обусловлена сложностью доставки крупнотоннажного транспорта к некоторым участкам

Как демонстрирует Табл. 1, логистическая составляющая становится значимым ценообразующим фактором. В период весенней распутицы или затяжных дождей доставка урожая с поля на перерабатывающее предприятие или в хранилище может быть серьёзно затруднена, что ведёт к прямым потерям скоропортящейся продукции. Это требует от хозяйств закладывать в финансовые модели дополнительные затраты на организацию логистических цепочек с большим запасом прочности. Например, использование более проходимого, но менее экономичного транспорта или строительство собственных перевалочных пунктов, что также увеличивает капитальные расходы [9].

Синергетический эффект от одновременного воздействия этих трёх групп рисков создаёт уникальный для региона профиль угроз. Например, холодная и дождливая весна (климатический риск) не позволяет провести своевременную предпосевную обработку почвы и внесение удобрений (агротехнологический риск), что в условиях переувлажнённых почв и размытых дорог (логистический риск) приводит к срыву всех производственных графиков и резкому удорожанию выполняемых работ.

Существующие типовые модели прогнозирования, не учитывающие подобные региональные взаимосвязи, оказываются неспособны адекватно оценить кумулятивное воздействие данных факторов, что и обуславливает необходимость разработки специализированной методики, учитывающей локальную специфику во всей её полноте.

В полном виде, факторы и их влияние представлены на Рис. 1.

Учитывая выявленную специфику и комплексный характер рисков, стандартные подходы к прогнозированию, основанные на экстраполяции трендов или использовании общих агроэкономических коэффициентов, демонстрируют свою несостоятельность. В этой связи представляется необходимым разработка адаптивной модели, способной интегрировать климатические, агротехнологические и экономические данные в единую прогнозную систему, приспособленную под условия Ленинградской области.

Основная идея предлагаемой методологии заключается не в создании универсального детерминистического инструмента, что в принципе невозможно в условиях высокой неопределённости, а в построении гибкого фреймворка для оценки вероятностных сценариев развития ситуации и их финансовых последствий.

Ядром предлагаемой модели выступает регрессионный анализ, позволяющий выявить и формализовать устойчивые статистические зависимости между входными параметрами и результирующими экономическими показателями. Однако, учитывая относительно короткие и зашумлённые ряды данных, доступные для большинства сельхозпредприятий региона, применение классических методов требует существенной адаптации.

В качестве зависимых переменных (Y) логично использовать ключевые выходные параметры: урожайность культуры в кг/м² (для защищённого грунта) или ц/га (для открытого грунта), себестоимость единицы продукции и валовую прибыль с гектара или производственной линии.

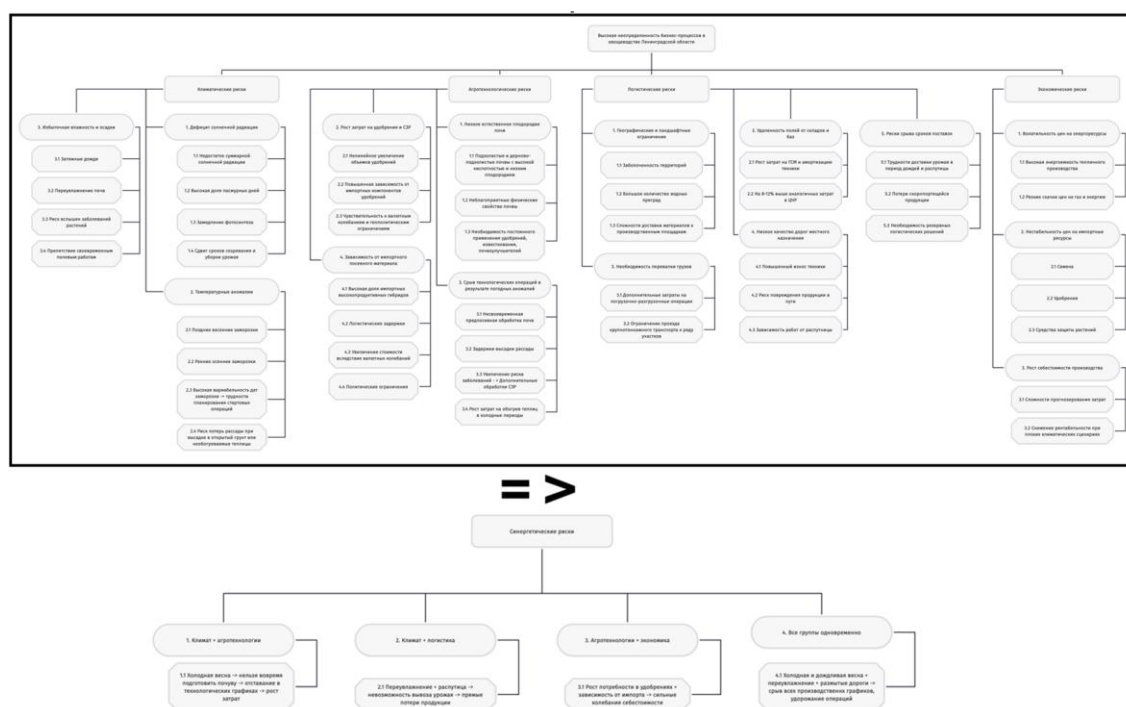


Рисунок 1 – Факторы рисков

Набор независимых переменных (X) формируется на основе детального анализа факторов риска, описанных ранее. Критически важными представляются следующие группы данных:

- климатические данные: еженедельные или декадные значения температуры воздуха (среднесуточной, минимальной, максимальной), суммы осадков, солнечной радиации (ФАР), влажности воздуха. Источником могут служить как данные ближайших метеостанций Росгидромета [10], так и, что предпочтительнее, датчики микроклимата, установленные непосредственно на территории хозяйств;
- агротехнологические данные: сроки проведения ключевых операций (посев, высадка рассады, внесение удобрений, обработки СЗР, начало и окончание сбора урожая), виды и объёмы внесённых удобрений и средств защиты растений, используемые сорта и гибриды;
- экономические данные: цены на материальные ресурсы (энергоносители, семена, удобрения, СЗР), затраты на оплату труда, транспортные и логистические издержки.

Для нивелирования проблемы коротких рядов данных предлагается использовать метод поперечных сечений, объединяющий временные ряды и данные по различным хозяйствам региона со схожими условиями деятельности. Это позволит увеличить количество наблюдений и повысить надёжность оценок [10]. Построение множественных регрессионных моделей для каждой ключевой культуры (например, огурец и томат защищённого грунта) позволяет получить уравнения вида:

$$\text{Урожайность} = \beta_0 + \beta_1 T_{\text{ср.весна}} + \beta_2 \Sigma \text{Осадки}_{\text{лето}} + \beta_3 \times \text{Цена}_{\text{удобр.}} + \varepsilon, \quad (1)$$

где: β_0 – свободный член, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коэффициенты, показывающие силу и направление влияния каждого фактора, ε – случайная ошибка.

Однако, как показывает практика, чисто регрессионные модели часто оказываются слишком ригидными для учёта непредвиденных событий, таких как аномально холодная весна или резкий скачок цен на газ. Поэтому вторым ключевым элементом методологии является сценарное моделирование. На основе исторических данных и экспертных оценок формируется библиотека вероятных сценариев, как пессимистичных, так и оптимистичных.

Например, сценарий "Холодная и дождливая весна" будет включать не только пониженные температурные показатели, но и заложенные в модель производные от них последствия: сдвиг сроков посадки, увеличение затрат на обогрев, рост риска заболеваний и, как следствие, необходимость дополнительных обработок.

Пример библиотеки сценариев для прогнозирования в овощеводстве защищённого грунта приведён в Табл. 2.

Таблица 2 – Пример библиотеки сценариев

Сценарий	Ключевые параметры	Влияние на урожайность	Влияние на себестоимость	Вероятность
Благоприятный	Тёплая солнечная весна, стабильные цены на газ	+15–20% к среднему	–5% к среднему	0,2
Стандартный	Параметры близки к среднемуго-летним значениям	На уровне среднего	На уровне среднего	0,5
Рисковый	Холодная весна, затяжные дожди летом	–10–15% к среднему	+10–15% к среднему	0,2
Кризисный	Аномальные заморозки, резкий скачок цен на энергоносители и СЗР	–20–30% к среднему	+25–35% к среднему	0,1

Для каждого из этих сценариев на основе регрессионных уравнений проводится расчёт ключевых экономических показателей. Итоговый прогноз представляется не в виде точечного значения, а как распределение вероятностей достижения тех или иных финансовых результатов. Такой подход предоставляет менеджменту хозяйства не просто цифру ожидаемой прибыли, а набор обоснованных вариантов развития событий, что является принципиально более качественной основой для принятия управленческих решений, таких как планирование бюджета, заключение контрактов или определение инвестиционной политики [9].

Важным этапом является верификация и постоянная адаптация модели. Предлагаемая фреймворк-модель должна быть итеративной. По мере поступления новых данных за текущий сезон прогнозы должны уточняться и пересматриваться. Это позволяет говорить о внедрении элементов системы поддержки принятия решений в реальном времени. Например, фиксация в мае температуры ниже среднесуточной нормы автоматически увеличивает в модели вес сценариев "Рисковый" и "Кризисный", пересчитывая плановые показатели прибыли в сторону снижения и сигнализируя руководству о необходимости разработки превентивных мер.

Таким образом, предлагаемая методология представляет собой симбиоз количественных и качественных подходов. Статистический анализ позволяет выявить объективные, поддающиеся измерению зависимости, а сценарное планирование закладывает в модель гибкость и способность реагировать на уникальные, редко встречающиеся, но критические для бизнеса события. Подобный комплексный подход, нацеленный на специфику Ленинградской области, способен стать эффективным инструментом для снижения неопределённости и повышения устойчивости бизнес-процессов в местном овощеводстве, трансформируя управление в проактивное.

Список использованных источников

1. Модестов А.П. Агроклиматические ресурсы Ленинградской области и их использование в сельском хозяйстве / А.П. Модестов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2018. – № 2. – С. 34-37.
2. Доможирова В.В. Современное состояние и перспективы обеспечения семенами овощных культур сельскохозяйственных производителей Ленинградской области / В.В. Доможирова, С.М. Сирота // Аграрная наука в условиях модернизации АПК: сборник статей Международной научно-практической конференции, 2020. – С. 78-82.
3. Тиняков И.Г. Управление рисками в тепличном овощеводстве в условиях импортозамещения / И.Г. Тиняков // АПК: Экономика, управление. – 2022. – № 4. – С. 62-70.
4. Шкляев В.А. Особенности агроклиматических условий ведения сельского хозяйства в Ленинградской области / В.А. Шкляев // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2017. – Вып. 589. – С. 156-168.
5. Баранов А.В. Экономическая эффективность современных тепличных комплексов в Северо-Западном регионе России / А.В. Баранов, Л.И. Смирнова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 5. – С. 45-51.
6. Агроклиматический справочник по Ленинградской области / под ред. Н.В. Михайловой. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2021. – 211 с.
7. Ганжара Н.Ф. Почвоведение и земледелие / Н.Ф. Ганжара. – Москва: ООО "ИД Альянс", 2019. – 468 с.
8. Теория и практика прогнозирования развития агропромышленного комплекса / науч. ред. И.Г. Ушаев. – Москва: ФГБНУ "ФНЦ аграрной экономики и социального развития сельских территорий", 2020. – 345 с.
9. Голиков А.П. Оптимизация логистических издержек в сельскохозяйственных предприятиях Ленинградской области / А.П. Голиков, Е.В. Петрова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 4(73). – С. 45-51.
10. Грин У. Эконометрический анализ / У. Грин; пер. с англ. – Москва: Юнити-Дана, 2012. – 863 с.