

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА СЕВЕРЕ**

---

**Дружинин П.В., д.э.н., доц., зав.отделом**

**Поташева О.В., к.э.н., н.с.**

**Прокопьев Е.А., к.э.н., м.н.с.**

**Институт экономики Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск**

В докладе рассматривается влияние климатических изменений на развитие сельского хозяйства и пути адаптации к происходящим процессам в регионах Северо-Западного федерального округа (СЗФО). Построены модели, позволяющие выявить влияние различных факторов, прежде всего температуры и осадков на урожайность различных сельскохозяйственных культур. Исследование степени влияния климатических изменений на экономику российских регионов и инновационной деятельности для адаптации к ним выполняется по проекту №12-22-18005a/Fin, который поддержан и финансируется РГНФ.

В работах Ч.Чанга, О.Дечинеса, М.Гринстоуна, Р.Мендельсона, В.Нордхауса и Д.Шоу рассматривалось влияние потепления на развитие экономики. Наиболее тщательно изучалась урожайность различных культур на региональном уровне, для оценки изменения которой рассматривались различные виды уравнений. Было показано, что влияние изменения средних по сезонам осадков и температуры значительно и нелинейно. Был отмечен положительный эффект замены одной культуры на другую, более урожайную, при повышении средней температуры в регионе. Исследования в других странах показали, что условия для роста урожайности появляются в более северных регионах, в них возможен рост урожайности за счет улучшения климатических условий и смены культур на более урожайные и требовательные к теплу. В то же время в южных регионах условия, как правило, ухудшаются.

Влияние климатических изменений на сельскохозяйственное производство в РФ, прежде всего на урожайность, исследовалось в работах С.Сиптица, С.Огнивцева, Ф.Ерешко, О.Сиротенко, Х.Абашиной, В.Павловой и других. Заметные климатические изменения последних лет способствовали росту количества исследований. Положительные климатические сдвиги связаны с ростом продолжительности вегетационного периода и расширением зоны земледелия, а также косвенно может повлиять сокращение отопительного сезона и увеличение сроков навигации. Мягкие зимы способствуют повышению урожайности озимых, а при дальнейшем повышении температуры большее распространение могут получить такие теплолюбивые культуры, как подсолнечник. Соответственно могут снизиться затраты и увеличиться сельскохозяйственное производство, и по оценкам некоторых экспертов, РФ может получить прибавку до 0.6% роста ВВП.

В России по аналогии с результатами, полученными для американских регионов, при потеплении выигрыш должны получить центральные и северные регионы, в частности регионы СЗФО. Для оценки данного влияния строится системное описание происходящих процессов, изучаются особенности развития региона, выделяются и описываются основные факторы, определяющие изменение показателей сельского хозяйства, прежде всего урожайности, собираются и анализируются данные по факторам и урожайности, строятся графики показателей, позволяющие выявить существующие зависимости.

После проведенного анализа данных разрабатываются модели, основу которых составляют регрессионные уравнения, в которых урожайность по регионам рассматривается в зависимости от выделенных факторов: климатических, агротехнических, состояния почвы, социально-экономических характеристик, уровня менеджмента, технологического уровня и особенностей конкретной культуры. Уравнения урожайности по регионам строятся по временным рядам для одного региона или по пространственным данным по регионам за один год.

В качестве климатических характеристик обычно рассматриваются средняя температура, сумма активных температур и суммарные осадки за разные периоды (за год, за сезон, между уборками урожая, от посева до уборки, за июнь, за июль и за третью декаду июня). Поскольку временные ряды короткие, и количество факторов должно быть минимальным, то можно использовать гидротермический коэффициент за разные периоды, на практике наилучшая связь с урожайностью при рассмотрении периода от посева до уборки. Климатические характеристики были представлены в виде полиномов второй степени или модуля отклонений от оптимальных значений. Из агротехнических показателей рассматривались внесение минеральных и органических удобрений на гектар посевов и площадь посевов. Социально-экономические показатели позволяют учитывать

состояние сельского хозяйства региона (объем и динамика инвестиций в сельское хозяйство), уровень развития экономики регионов, динамику развития экономики регионов (ВРП в сопоставимых ценах) и некоторые другие особенности. Проблемой является учет почвенных характеристик для региона, почвенно-экологический индекс и другие показатели рассчитываются по локальным территориям и построить средний по региону показатель сложно. Также пока не исследовалось влияние изменения амплитуды колебаний температуры.

В докладе представлено исследование влияния различных факторов на урожайность основных культур, выращиваемых в Карелии и других регионах Северо-Запада. Часть информации была получена из статистических справочников ФСГС, также для расчетов использовались результаты проведенных ранее исследований и информация, собранная ВНИИГМИ-МЦД, институтами РАН и другими ведомствами.

Урожайность зерновых в регионах СЗФО падала до начала 2000-х годов, затем стала расти, что близко к динамике ВРП исследуемых регионов. Зерновые выращивают в основном сельскохозяйственные предприятия, также в отдельные годы значима доля крестьянских (фермерских) хозяйств, а хозяйства населения практически не занимаются зерновыми. Значит, для данных регионов должны быть значимы изменения в уровне менеджмента и технологий, которые происходят в организациях. Также на наблюдаемую динамику урожайности зерновых повлияло сокращение посевных площадей. Анализ графиков показал, что рост средней и эффективной температуры не ведет к росту урожайности зерновых.

Урожайность картофеля изменялась достаточно хаотично, она колебалась, не имея какой-либо тенденции. Положительные изменения в экономике в 1999-2005 гг. никак не сказались на урожайности картофеля. Объяснить данное явление можно тем, что велика доля посевов личных подсобных хозяйств (например, в Карелии примерно 90%), в которых отсутствуют технологические изменения. Анализ графиков показал, что урожайность картофеля заметно растет с ростом активной температуры и снижением суммарных осадков.

Динамика урожайности овощей отличается от других культур, урожайность овощей после непродолжительного спада в начале 90-х годов стала расти. Исключение составляет Псковская область, где урожайность практически не выросла, оставшись на уровне 1990 г. Увеличение урожайности в значительной степени связано с вложением инвестиций в освоение современных технологий. Выращиванием овощей занимаются, в основном сельскохозяйственные предприятия. Например, в Карелии благодаря трансграничному сотрудничеству реализовывались инновационные проекты, направленные на передачу опыта и современных технологий по выращиванию овощей. В ходе реализации проектов урожайность резко росла и даже, несмотря на то, что из-за несоблюдения технологий через некоторое время она немного падала, тем не менее, она оставалась на более высоком уровне, чем до начала реализации проекта. В Карелии примерно половину овощей выращивали сельскохозяйственные предприятия, в Псковской области наоборот, примерно 2/3 приходится на хозяйства населения, мало восприимчивые к изменениям технологий. Анализ графиков показал, что с ростом средней и активной температуры урожайность овощей растет.

По трем основным культурам были построены уравнения с использованием стандартных статистических пакетов. Оценивались линейные и мультипликативные функции.

Расчеты по линейной функции проводились с включением квадратичной зависимости от температуры и осадков:

$$Y(t) = A(t) + a \times T^2(t) + b \times T(t) + c \times R^2(t) + d \times R(t) + e \times M(t) + f \times X_i(t)$$

где:  $Y$  – урожайность;  $A$  – нейтральный технический прогресс;  $T$  – температура;  $R$  – осадки;  $M$  – объем внесенных удобрений относительно 1990 г.;  $X_i$  – социально-экономические и прочие характеристики;  $t$  – год,  $a, b, c, d, e, f$  – определяемые в ходе расчетов параметры. Часть расчетов проводилась при  $a=0$  и  $c=0$ .

Расчеты также проводились по линейной приростной функции:

$$\Delta Y(t) = B(t) + a \times \Delta T(t) + b \times \Delta R(t) + c \times \Delta X(t)$$

где:  $\Delta Y$  – прирост урожайности относительно предыдущего года;  $\Delta T$  – прирост температуры относительно предыдущего года,  $\Delta R$  – прирост количества осадков относительно предыдущего года,  $\Delta X$  – прирост социально-экономических и прочих характеристик.

На основе получаемых по строящимся функциям оценок и климатических сценариев, предлагаемых экспертами, можно строить и исследовать различные сценарии развития сельского хозяйства. Для приближенных оценок степени влияния климатических изменений рассматривалось несколько вариантов изменения средней и активной температуры и суммарных осадков к 2030 г. (два

варианта с повышением температуры и один с понижением на 1°).

Для зерновых было получено, что дальнейший рост средних температур ведет к снижению урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур. Рост урожайности может обеспечить переход к другим сортам и культурам, и изменение технологий. Для картофеля рост активной температуры и снижение суммарных осадков оказались значимыми факторами, и их изменение может способствовать росту урожайности картофеля на 5-10% в рассматриваемых сценариях. Использование активных температур вместо средних дает более ясную картину, и более высокие статистические характеристики. Для овощей ситуация близкая. Рост активных температур и снижение осадков ведут к росту урожайности овощей на 5-10%.

На основе проведенных расчетов можно сказать, что автоматического роста сельскохозяйственного производства не произойдет, ожидаемое в рассматриваемых сценариях потепление создаст потенциал для роста, для использования которого потребуются определенные усилия. Рост урожайности за счет потепления при сохранении традиционных культур будет незначителен, не превысит 10%. Большой эффект дадут повышение уровня менеджмента и переход к более современным технологиям. Также оказать положительное влияние может изменение структуры посевных площадей, постепенный сдвиг на север выращиваемых культур, переход к позднеспелым и более урожайным сортам и к новым, более теплолюбивым культурам, что требует уже сейчас увеличения вложений в сельскохозяйственную науку. Для того чтобы использовать открывающиеся возможности, и минимизировать ожидаемые потери, необходима адаптация регионов к ожидаемым климатическим изменениям и ориентация сельскохозяйственной науки на адаптационные проекты.