

Л.Ю. Ададимова¹, В.И. Котельников², Т.М. Ойдуп³, Ю.Г. Полулях⁴

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С УЧЁТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

АННОТАЦИЯ

Указывается на необходимость анализа и прогноза устойчивости развития сельских территорий во взаимосвязи с развитием агропромышленного комплекса, а также с мониторингом основных индикаторов состояния экологии, анализом рискованных ситуаций землепользования и сельскохозяйственного природопользования. Обсуждается правомочность применения термина «эколого-экономическая нагрузка». Сформулированы пять условий обеспечения устойчивого развития сельских территорий – возрастание индекса человеческого развития; сохранение окружающей природной среды; положительная динамика инвестиций в объекты социальной сферы; рост текущих затрат на природоохранные мероприятия; устойчивое развитие всей производственной сферы. Для анализа, мониторинга и прогнозирования развития сельских территорий предлагается использование модели устойчивого развития и анализа рискованных ситуаций агропроизводственных систем, разработанной авторами на основе теории константной бухгалтерии, маржинального анализа и концепции жизненного цикла. На восходящей ветви кривой фиксируется восемь стадий развития организации от начала функционирования до ускоренного экономического роста, а на нисходящей – столько же рискованных ситуаций: от потери ускорения роста до банкротства. В этой модели можно исследовать влияние на результаты деятельности сельскохозяйственных организаций колебаний основных погодных показателей и различных аномальных природных явлений, качества почв и организационно-технологических факторов. В качестве примеров исследования рисков и угроз устойчивому развитию аграрного производства в условиях изменения климата приводится анализ влияния колебаний количества атмосферных осадков и среднесуточных температур воздуха на урожайность яровой пшеницы по данным НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, а также зависимости устойчивости производства от естественного плодородия почв на основе данных опытно-производственного хозяйства ОПХ «Соляное». Демонстрируется использование геоинформационных систем (ГИС) при анализе устойчивости развития сельскохозяйственного производства. Представлена основа (пробораз) модели мониторинга и комплексной оценки состояния и уровня развития экономики АПК территорий Российской Федерации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

моделирование, устойчивое развитие, сельские территории, изменение климата, геоинформационные системы

ВВЕДЕНИЕ

С позиций вынужденного замещения импорта продовольствия и обязательств России по противостоянию глобальному потеплению климата очевидно, что обобщающим методо-

¹ ФГБНУ Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса; Россия, 410110, г. Саратов, ул. Шехурдина, 12; e-mail: adadimova@inbox.ru

² ФГБНУ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН; 667007, Россия, Республика Тыва, Кызыл, ул. Интернациональная, 117 А; e-mail: tikopr@mail.ru.

³ ФГБНУ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН; 667007, Россия, Республика Тыва, Кызыл, ул. Интернациональная, 117 А; e-mail: tana_o@mail.ru.

⁴ ФГБНУ Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса; Россия, 410110, Саратов, ул. Шехурдина, 12; e-mail: adadimova@inbox.ru.

логическим подходом к исследованию актуальных проблем АПК и сельских территорий является анализ, оценка и прогнозирование в ракурсе устойчивости развития как самого АПК, так и обеспечивающих его сельских территорий. Этот тезис, на первый взгляд, представляется достаточно банальным, так как в условиях роста численности населения планеты и ограниченности площади её территории другого просто не дано. То есть и АПК, и сельские территории должны устойчиво или даже ускоренно расти и развиваться. Но при объективном рассмотрении поставленного вопроса становится ясно, что он вполне правомерен, потому что фактически далеко не всегда единство развития того и другого имеет место в нашей действительности. Чаще встречаются обратные процессы, наблюдается двойственность: запустение и исчезновение одних сельских населённых пунктов и развитие других.

Весьма актуально в связи с этим проведение мониторинга основных (важнейших) индикаторов состояния экологии в сельских территориях, оценки и прогнозирования рисков и рискованных ситуаций землепользования и сельскохозяйственного природопользования.

В настоящее время существует методология [Фирсов, Лощина, 1998] и модели как устойчивого развития агропроизводственных систем, в том числе разработанные авторами [Ададимова и др., 2016], так и территорий, в том числе сельских. В первых лишь предполагается (предусматривается, прогнозируется) выделение финансовых средств в виде части экономической прибыли или неявных (альтернативных) издержек, связанных с компенсацией наносимого природе ущерба. В других методиках и моделях детально рассчитываются конкретные загрязняющие природу выбросы, антропогенные или (и) техногенные нагрузки на территорию; определяются техногенная или экологическая ёмкость территорий, соотношение между нагрузками и ёмкостью.

Вместе с тем есть необходимость обсудить термин «эколого-экономическая нагрузка», применённый в отчёте Томского ИМКЭС СО РАН [Волкова и др., 2011], а также в статье «Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области» [Методы..., 2007; Михайлин, 2011]. Авторы указывают, что «анализ эколого-экономической нагрузки на территорию» проводится «по степени освоенности территории и степени экономической нагрузки», потому что «соотношение между степенью освоенности и значением экономической нагрузки на территорию показывает эколого-экономическую нагрузку, величина которой характеризует уровень “антропогенного и техногенного воздействия”» [Михайлин, 2011, с. 40]. На наш взгляд, это слишком упрощенное и некорректное определение нагрузки. На самом деле этим показателем измеряется экономическая (пользуясь их термином) нагрузка на территорию. Учёт степени освоенности территории лишь уточняет её и указывает на необходимость дифференцированной оценки территории региона.

Нагрузка же на территорию может быть либо антропогенной, либо техногенной, но в любом случае должна относиться, характеризовать и быть индикатором воздействий на природу человека и его экономической и другой деятельности. В то время как «экологическая» составляющая этого словосочетания (эколого-экономическая) – противостоит неизбежным воздействиям на окружающую природную среду. В этом словосочетании фиксируется основное противоречие современной стадии развития общества и его технологического уклада. Необходимо, чтобы в борьбе этих двух противоположенностей побеждала экология, позволяя обществу расти и развиваться.

Есть работы, указывающие на необходимость соизмерения производственных и природных потенциалов как двух разнонаправленных подсистем одной системы, как равновесное сопряжение производственных и экологических процессов с точки зрения эффективности. Некоторые авторы предлагают вычислять соотношение (G) «антропогенной нагрузки» (A) и «экологической ёмкости» (Э) по формуле $G = Э - A$.

Совершенно очевидно, что это не соотношение, а разность между двумя величинами или отклонение одной из них от другой [Отчет..., 2009]. Это своеобразное сальдо между противоборствующими сторонами конфликта, знак которой показывает, какая сторона выходит победителем, а величина – как велико её преимущество. С точки зрения известной кон-

цепции устойчивого развития, в глобальном масштабе экология не должна уступать экономике, особенно если речь идёт о сельских территориях. Последние следует рассматривать как рекреационно-экологический потенциал для компенсации избыточных нагрузок всей социально-экономической деятельности человека, включая мегаполисы. Такая постановка проблемы усиливает значимость сельских территорий в общенациональном масштабе.

Важная роль в исследовании проблемы устойчивости сельских территорий принадлежит моделям устойчивого развития и анализа рискованных ситуаций агропроизводственных систем, анализу влияния колебаний погодных показателей на урожайность сельскохозяйственных культур и почвенного плодородия на устойчивость аграрного производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве обобщающего методического подхода к исследованию проблем АПК в современных условиях принято сочетание оценки состояния устойчивости и прогноза перспектив развития сельского хозяйства с оценкой обеспечивающих его сельских территорий. Исследование строилось на следующих положениях:

- на основе общеизвестной концепции устойчивого развития и анализа большого числа научных разработок в этой области, а также на результатах собственных исследований предполагается усовершенствовать Методику анализа рисков природопользования (сельскохозяйственного пользования) в условиях современного изменения климата на основе оценок природно-климатической и социально-экологической напряжённости, антропогенной нагрузки, ресурсно-сырьевого и экологического потенциалов территории Республики Тыва;
- с помощью концепции жизненного цикла агропроизводственной системы на основе теории константной бухгалтерии и маржинального анализа создана модель устойчивого развития агропроизводственных систем и анализа рискованных ситуаций;
- на базе информации ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока построена модель климатического мониторинга и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур;
- на основе данных опытно-производственного хозяйства (ОПХ) «Солянокское» проведен анализ влияния дифференциации содержания в почвах элементов минерального питания растений на устойчивость производства растениеводческой продукции;
- все разработки визуализируются в ГИС MapInfo, Arc-View и др., как в двух-, так и в трёхмерном изображении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия устойчивого развития территории можно сформулировать следующим образом. Исходя из того, что важнейшим индикатором устойчивого развития общества является постоянный рост индекса человеческого развития, можно записать:

Первое условие требует, чтобы индекс человеческого развития всё время возрастал или хотя бы не снижался (формула 1):

$$ИЧР_t \geq ИЧР_{(t-1)}, \quad (1)$$

где:

ИЧР – индекс человеческого развития, ед.;

t – текущий или какой-либо иной год из прогнозируемого периода;

t-1 – предыдущий или какой-либо иной базовый год.

А он находится в зависимости от продолжительности жизни, уровня образования и величины валового внутреннего продукта на душу населения по формуле 2:

$$ИЧР = (I_{пж} + I_{обр} + I_{ввп})/3, \quad (2)$$

где: $I_{пж}$, $I_{обр}$ и $I_{ввп}$ – индексы: продолжительности жизни, уровня образования и ВВП на душу населения.

Вторым условием является необходимость сохранения, а если возможно, то и улучшения окружающей природной среды (формула 3):

$$(\mathcal{E}_t - A_t) > \Delta\mathcal{E}, \quad (3)$$

где: \mathcal{E}_t – экологическая ёмкость территории; A_t – антропогенная нагрузка на природную среду территории; $\Delta\mathcal{E}$ – неприкосновенный запас экологической ёмкости.

Третье условие. Для того чтобы выполнялись первое и второе условия, нужно, чтобы сохранялась положительная динамика инвестиций и текущих затрат на содержание объектов социальной сферы, инженерной инфраструктуры и жилищное строительство (формула 4):

$$K_{\text{соц}} \geq K_{\text{соц}(t-1)}, \quad (4)$$

где $K_{\text{соц}}$ – инвестиции в объекты социальной сферы, инженерной инфраструктуры и жилищное строительство;

$$Z_{\text{соц}} \geq Z_{\text{соц}(t-1)}, \quad (5)$$

где $Z_{\text{соц}}$ – затраты на содержание социальной сферы.

Четвертое условие. Требуется, чтобы стабильно возрастали затраты на охрану (сохранение, развитие) окружающей природной среды и повышалась их эффективность (формула 6):

$$Z_{\text{опр. пр.}t} \geq Z_{\text{опр. пр.}(t-1)}, \quad (6)$$

где $Z_{\text{опр. пр.}}$ – затраты на охрану окружающей природной среды.

Пятое условие – устойчивое развитие всей производственной сферы и прочих видов экономической деятельности, обеспечивающее увеличение ВВП на душу населения (формула 7):

$$Q_{\text{ввп}} > Q_{\text{ввп}(t-1)}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{ввп}}$ – размер ВВП на душу населения.

Для выполнения пятого условия, т.е. для обеспечения «устойчивого развития всей производственной сферы» на сельских территориях, где ведущая роль в экономике принадлежит сельскохозяйственным товаропроизводителям, авторами разработана модель устойчивого развития агропроизводственных систем [Ададимова и др., 2016; Полулях и др., 2015], базирующаяся на теории константной бухгалтерии и элементах маржинального анализа. Наложение на неё экономических показателей реальных товаропроизводителей позволяет определить, на какой стадии развития они находятся, какие ресурсы, в том числе государственная поддержка, им необходимы, чтобы переместиться на нужную стадию.

Экономический прообраз агропроизводственных организаций, отвечающих требованиям *устойчивого развития* (модернизированных и вновь созданных), разработан нами в форме модели их жизненного цикла¹. В основу положены константы постоянных затрат (С) как сумма этих затрат в расчёте на единицу площади (поголовья) и переменных (V), как их сумма в расчёте на единицу продукции, с помощью которых рассчитываются совокупные производственные затраты, а на них накладываются: нормативная прибыль, равная альтернативным или неявным издержкам, необходимая для удержания факторов производства в данной сфере деятельности (простое воспроизводство); экономическая прибыль, являющаяся базой инвестиций и генератором экономического роста.

Установлены стадии развития: вторая стадия убыточности (выход на рынок), когда выручкой от реализации продукции компенсируются только переменные затраты; первая стадия убыточности – за счёт прибыли покрытия компенсируется часть постоянных затрат; уровень безубыточности – полностью покрываются постоянные затраты; статическая устойчивость – по нормативу от постоянных затрат формируется прибыль простого воспроизводства; нормативный (устойчивый) экономический рост или рост заданным темпом – по нор-

¹ Программа для ЭВМ: Базовая модель анализа рисков ситуаций и оценки угроз устойчивого развития сельского хозяйства (БМАРС), свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015662810 от 02.12.2015 г.

мативу от переменных затрат формируется экономическая прибыль, из которой выделяется необходимая сумма инвестиций; ускоренный экономический рост – превышение фактической бухгалтерской прибыли над суммой нормативной и экономической расчётной прибыли, создающее ускорение экономического роста и представляющее собой запас устойчивости роста (рисунок 1).

Отношение фактической бухгалтерской прибыли к сумме нормативной и экономической расчётной прибыли можно называть коэффициентом или критерием устойчивости экономического роста, определяемого по формуле 8:

$$K_{yc} = \frac{P_{бух\phi}}{P_n + P_{эп}} \quad (8)$$

$$P_n = Z_c * K_{рн} , \quad (9)$$

$$P_{эп} = Z_v * K_{рз} , \quad (10)$$

где :

$P_{бух\phi}$ – фактическая бухгалтерская прибыль, тыс.руб;

P_n и $P_{эп}$ – прибыль – нормативная (неявные или альтернативные издержки) и экономическая расчётная, тыс. руб.;

$K_{рн}$ и $K_{рз}$ – коэффициенты нормативной и экономической расчётной прибыли в долях, соответственно, постоянных и переменных затрат.

Индикатором стадий развития агропроизводственной системы является уровень рентабельности, а её текущее состояние (стадия) определяется путём нахождения места фактической рентабельности затрат на шкале индикаторов.

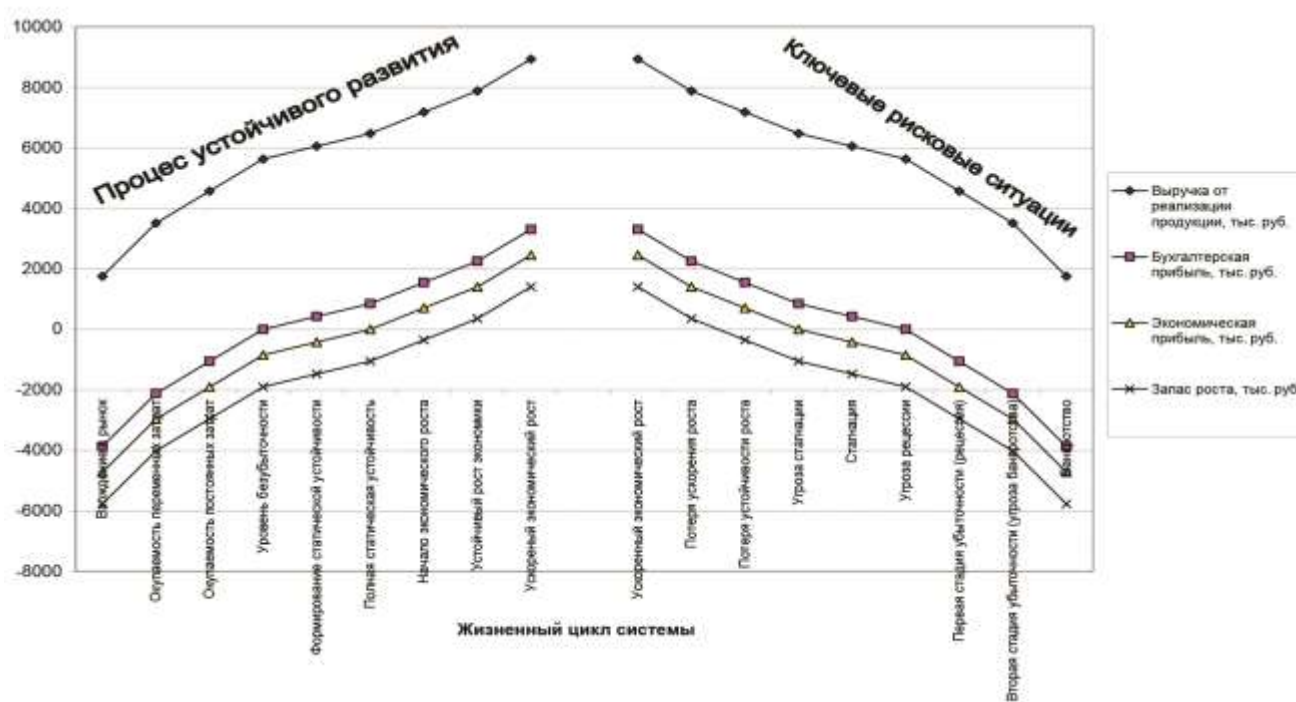


Рисунок 1. Стадии экономического роста и рисковые ситуации устойчивого развития агропроизводственной системы

Figure 1. Stages of economic growth and risk situations of steady development of agrarian industrial system

Основные факторы с конечным результатом в модели связываются формулой 11:

$$R = \frac{T * (U * (Ц - V) - C)}{C + V * U} * 100\% , \quad (11)$$

где:

R – уровень рентабельности, %;

T – товарность, ед.;

U – урожайность (продуктивность), ц/га (гол.);

Ц – цена реализации, руб./ц;

V – константа переменных затрат, тыс. руб./ц;

C – константа постоянных затрат, тыс. руб./га (гол.).

Ниспадающую часть кривой жизненного цикла системы можно использовать для анализа рисков ситуаций в порядке нарастания рисков и угроз – от стадии ускоренного экономического роста к полному банкротству организации: потеря ускорения роста экономики (угроза потери устойчивости роста); замедленный экономический рост (потеря устойчивости роста); статическая устойчивость (угроза стагнации); потеря статической устойчивости (стагнация, угроза оттока факторов производства); уровень безубыточности (угроза рецессии, отток факторов производства); первая стадия убыточности (рецессия); вторая стадия убыточности (угроза банкротства); банкротство.

Основная задача модели – демонстрация уровня развития той или иной агропроизводственной организации и стадии, на которой она находится в данный момент. Наиболее предпочтительно находить её место на кривой жизненного цикла по уровню рентабельности, которой соответствует определенному значению коэффициента устойчивости системы.

По нисходящей ветви жизненного цикла можно находить влияние происходящих изменений климата на результаты сельскохозяйственного производства. Не имея возможности прогнозировать конкретные параметры климата, исследователи могут моделировать результаты сельскохозяйственного производства на основе анализа важнейших погодных показателей – атмосферных осадков и среднесуточных температур воздуха.

Реальные изменения климата и их влияние на урожай яровой пшеницы можно продемонстрировать с помощью анализа данных метеостанции и стационарных опытов НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) за 35 лет их проведения (1976–2010 гг.) [Полулях и др., 2015; <http://geosystema.su/>]. В наиболее важный для вегетации яровых культур период (май – июль) за эти годы среднемесячное количество атмосферных осадков, выровненных по линейному тренду, снизилось почти на 3 мм, а среднесуточная температура воздуха повысилась на 1,3°C. В целом это несущественно и указывает лишь на тенденцию ухудшения условий роста и развития растений. Но обращают на себя внимание разные темпы и даже направления (знаки) динамики погодных данных в отдельные месяцы и декады этого периода, а также запаса влаги в почве перед посевом. По данным [http://studopedia.ru/6_12310_vladet-navikami.html] вариабельность урожайности яровой пшеницы на 43,3 % определяется величиной этого показателя и на 39,9 % – осадками июня и июля.

За анализируемый период в мае количество атмосферных осадков в целом за месяц, вопреки общей тенденции, не только не снизилось, но даже возросло на 2,9 мм (8,2 %), но при этом в первой декаде оно сократилось на 10,2мм (5,8 %), во второй – на 0,7мм, а в третьей – увеличилось сразу на 14,1 мм (6,4 %). Среднесуточная температура воздуха в этом месяце тоже не возросла, а снизилась. Но эти изменения оказали на урожай негативное влияние. В июле количество атмосферных осадков увеличилось на 8,4 мм (19,4 %) за счет первой и в большей степени третьей декады. Но одновременно возросла и среднесуточная температура воздуха – в среднем на 2,2°C (10,5 %), а во второй декаде – на 4,1°C (19 %).

Наибольшее же негативное изменение климатических условий для яровых культур, в том числе яровой пшеницы, произошло в июне – самом критичном периоде их вегетации. Количество атмосферных осадков снизилось на 14,2 мм или на 24,1 % (от базы 59 мм), при-

чём в большей степени за счёт третьей декады (8,0 мм или почти 29 %), в которой обнаруживается наибольшая теснота связи осадков с урожайностью (коэффициент корреляции находится в пределах 0,591–0,689). Среднесуточная температура воздуха в среднем за месяц возросла на 1,8°C (9,3 %), а во второй декаде – на 2,7°C (14,5 %).

Всё это оказало негативное влияние на урожай сельскохозяйственных культур. В частности, в период с 1976 по 2003 годы выровненная по линейному тренду урожайность яровой пшеницы на стационарных опытах НИИСХ Юго-Востока снизилась по вариантам от 3,2 до 5,1 ц/га или на 22,2–26,0 % (рисунок 2).

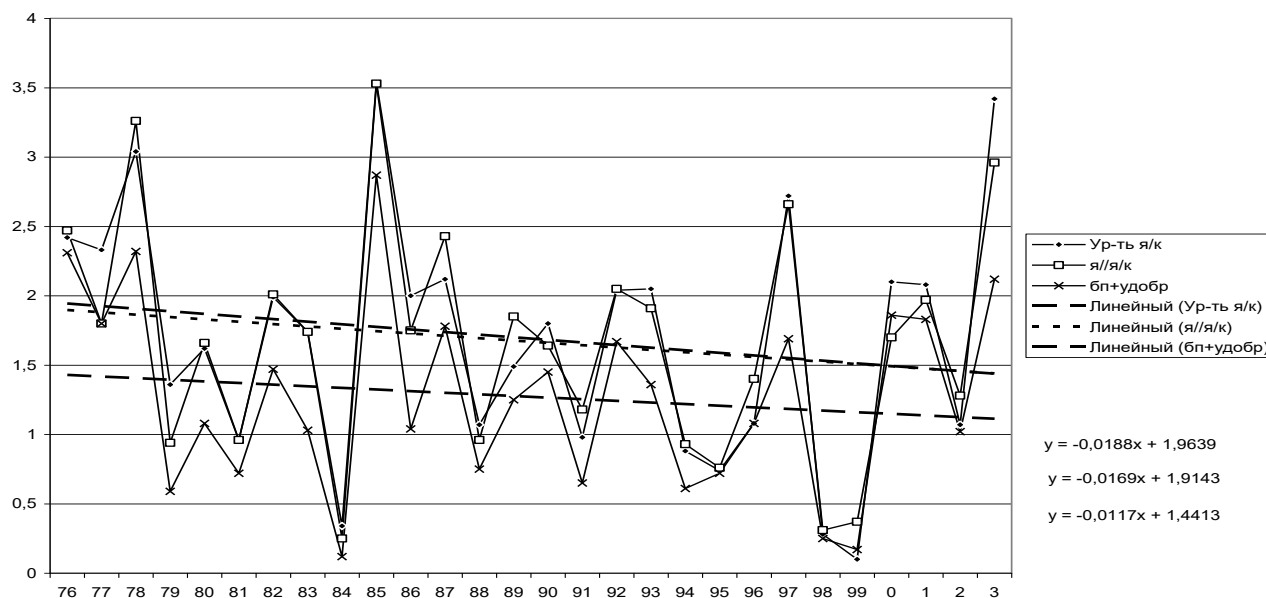


Рисунок 2. Динамика урожайности яровой пшеницы в опытах НИИСХ Юго-Востока в 1976–2003 годах (Саратовская область)
Figure 2. Dynamics of spring wheat productivity in experiments of the Research Institute of the Southeast agriculture in 1976–2003 (Saratov Region)

На рисунке 2 демонстрируется динамика урожайности яровой пшеницы по трём вариантам её возделывания, а в таблице 1 представлены результаты оценки степени и вероятности недополучения урожая.

Величина отрицательных отклонений (абсолютная и относительная) указывает на возможную степень ущерба и угрозы потери урожая, а частота – на вероятность их возникновения. Как видно, вероятность потери урожая в размере более 10 % достаточно высока, причём существенно выше в бессменных посевах. В вариантах с предшественником кукурузы и второй культуры после кукурузы такие потери наблюдаются в среднем два раза в течение пяти лет, а при бессменных посевах – чаще, чем один раз в два года. При размере потерь более 20 % ситуация существенно меняется в пользу варианта с бессменными посевами, а при 30 % – в пользу варианта со второй культурой после кукурузы. Наложение полученных результатов на описанную выше модель устойчивого развития агропроизводственных систем и анализа рискованных ситуаций показывает, что при наступлении критических ситуаций сельскохозяйственные организации теряют устойчивость в рамках одной стадии на каждые 10 % недобора урожая.

Характерно, что степень устойчивости и уровень развития агропроизводственных систем в немалой степени зависят от естественного плодородия почв и могут колебаться внутри одного не очень крупного сельскохозяйственного предприятия (рисунок 3).

Таблица 1. Вероятность недополучения урожая яровой пшеницы (на основе данных опытов НИИСХ Юго-Востока в 1976–2003 гг.)

Table 1. Probability of short-reception of a crop of a spring wheat (on the basis of given experiments of Research Institute of the Southeast agriculture in 1976–2003)

	Варианты	Степень недополучения урожая, %		
		более 10 %	более 20 %	более 30 %
	1	2	3	4
		Вероятность наступления такого события, %		
1	Яровая пшеница по кукурузе	40,74	37,04	37,04
2	Яровая пшеница – вторая культура после кукурузы	40,74	37,04	29,63
3	Яровая пшеница в бессменных посевах	51,85	33,33	33,33

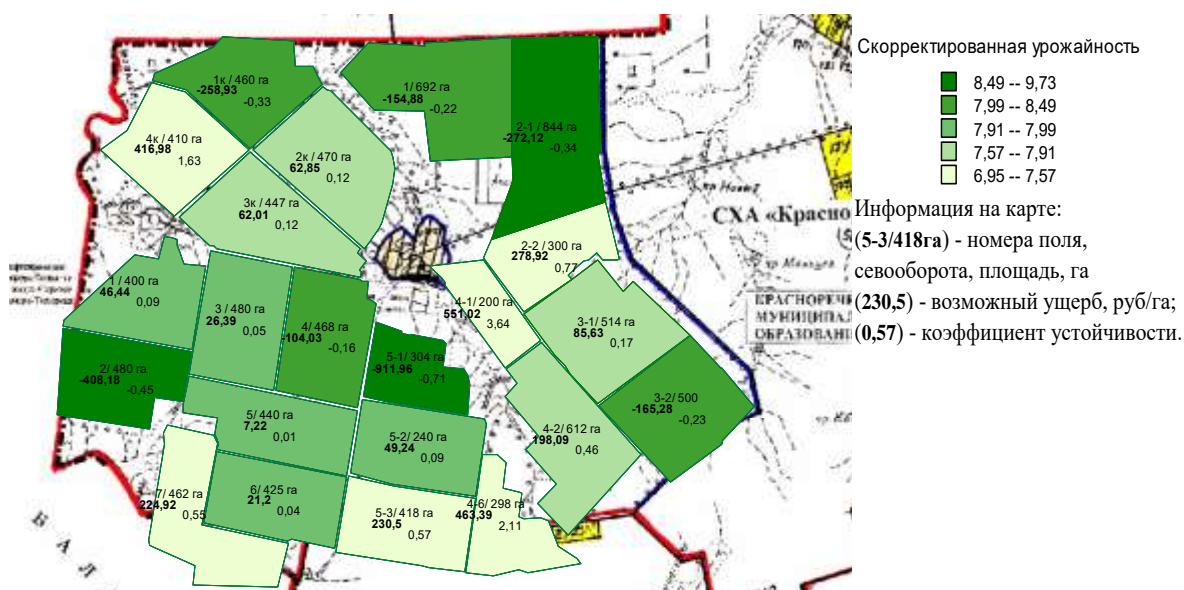


Рисунок 3. Экономическая устойчивость производства маслосемян подсолнечника в зависимости от содержания в почвах элементов питания

Figure 3. Economic stability of sunflower oil seeds manufacture depending on the content of nutrients in soil

Как видно, производство подсолнечника без внесения удобрений в зависимости от того, на каком поле он выращивается, может находиться на самых разных стадиях развития. Для того чтобы оно переместилось на нужную стадию, необходимо внести то или иное количество минеральных удобрений, что влечёт за собой дополнительные затраты.

Наиболее полно разного рода риски и угрозы можно выявлять методом ситуационного анализа экономической деятельности сельскохозяйственной организации, в основе которого лежит одноименная экономико-математическая модель, разработанная авторами в 2010 году,

дополненная соответствующими механизмами. В неё включены все отрасли сельскохозяйственного производства. Это позволяет исследовать влияние изменения значений любых показателей из любой отрасли (культуры, вида скота) не только на результаты самой этой отрасли, но и на общий конечный результат всей хозяйственной деятельности. Такая способность модели даёт возможность не только выявлять риски и угрозы, но и управлять ими, оптимизируя отраслевую структуру хозяйства.

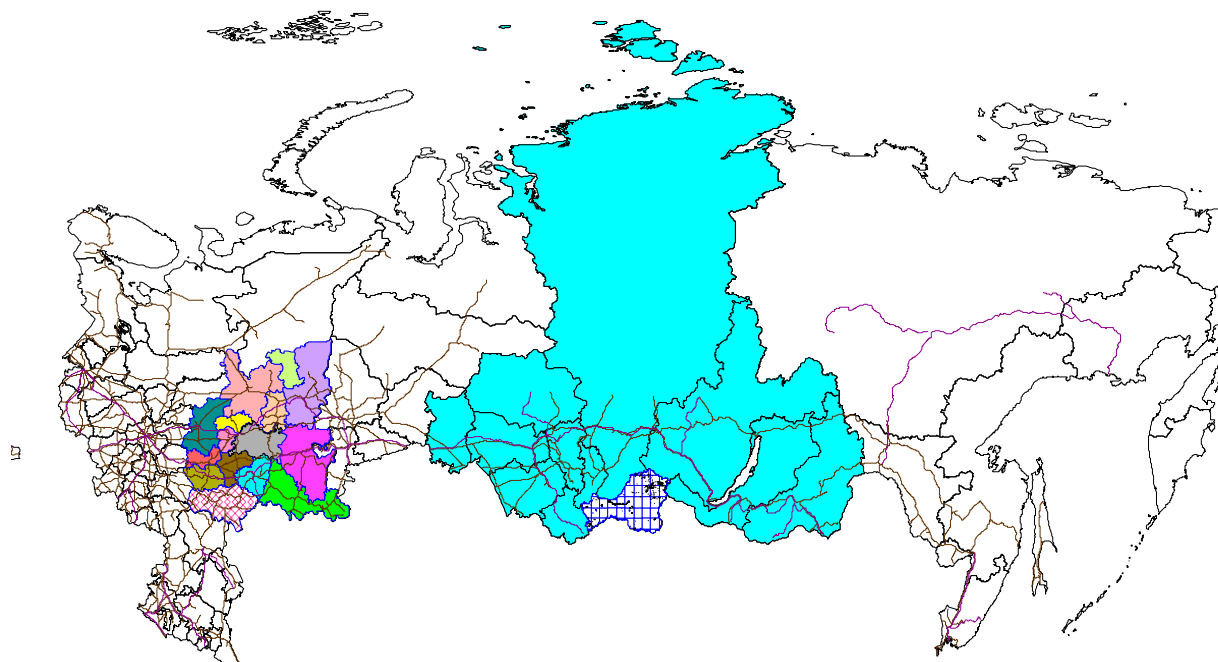


Рисунок 4. Картографическая основа модели мониторинга и комплексной оценки состояния экономики АПК территорий РФ

Figure 4. The cartographical basis of monitoring model and integrated estimation of a state of economy of agroindustrial complex in the Russian Federation territories

Расширение рамок исследований в области геоинформационных систем и технологий позволило создать экономическую модель мониторинга и оценки уровня (стадии) развития и степени устойчивости сельского хозяйства страны с дифференциацией по федеральным округам и субъектам РФ, а также на нижестоящих уровнях управленческой иерархии – муниципальном и хозяйственном. В результате были получены частные модели для:

- федерального уровня, в котором можно проводить мониторинг, оценивать уровень развития и степень устойчивости сельского хозяйства в целом по РФ и в её округах;
- окружного уровня на примерах Приволжского и Сибирского федеральных округов в разрезе входящих в них субъектов РФ;
- регионального уровня в разрезе муниципальных районов на примере Республики Тыва из Сибирского федерального округа;
- муниципального (районного) уровня в разрезе сельскохозяйственных организаций на примере Тандинского района (кожууна) Республики Тыва;
- хозяйственного уровня в разрезе полей, севооборотов и обособленных участков пашни, а также естественных сенокосов и пастбищ на примере ОПХ «Сосновское» Тандинского района Республики Тыва из Сибирского федерального округа.

Совокупность всех названных частных моделей приведена на рисунке 4.

Кроме того, созданы укрупненные модели экономики сельского хозяйства РФ в составе всех её субъектов (регионов) и Поволжского экономического района, в состав которого входят 5 регионов ПФО (Республика Татарстан, Пензенская, Самарская, Саратовская и Улья-

новская области) и 3 региона Южного федерального округа (Республика Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области).

ВЫВОДЫ

1. В условиях глобального изменения климата и неослабевающей проблемы замещения импорта продовольствия сельские территории, обеспечивающие развитие аграрного производства, должны устойчиво развиваться в тесной взаимосвязи с ним. В связи с этим важное значение приобретёт проведение мониторинга основных индикаторов состояния экологии, оценки и прогнозирования рисков и рискованных ситуаций землепользования и сельскохозяйственного природопользования.

2. Анализ современного состояния и уровня социально-экономического развития сельских территорий позволяет сформировать пять необходимых для обеспечения устойчивости условий, связанных с охраной окружающей среды, ростом инвестиций в социальную сферу и текущих затрат на природоохранные мероприятия, устойчивым развитием аграрного производства.

3. Для оценки устойчивости развития сельского хозяйства и сельских территорий необходимо применять разработанную авторами модель устойчивого развития агропроизводственных систем и анализа рискованных ситуаций, базирующуюся на концепции жизненного цикла и теории константной бухгалтерии, позволяющую определять стадию развития агропроизводственных систем и прогнозировать возможные риски, исследовать влияние изменения погодных показателей и дифференциации почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий.

4. Проведённые исследования позволяют заключить, что в настоящее время созданы необходимые предпосылки для формирования геоинформационной системы мониторинга состояния экономики, оценки уровня развития и степени устойчивости сельскохозяйственного производства Российской Федерации с детализацией по федеральным округам, субъектам РФ, муниципальным районам, хозяйствам, отдельным полям и земельным участкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ададимова Л.Ю., Полулях Ю.Г., Брызгалин Т.В. Моделирование анализа рискованных ситуаций и оценки угроз потери устойчивости развития аграрного производства // Научное обозрение: теория и практика. – 2016. – № 3. – С. 90–103.
2. Волкова Е.С., Невидимова О.Г., Мельник М.А. Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области // Научный журнал «География и природные ресурсы», № 2. – 2011 г. – С. 39–46.
3. Методы агроэкономических исследований (второй выпуск) / Отв. За выпуск: Серков А.Ф., Папцов А.Г. – М.: ВНИИЭТУСХ, 2007.
4. Михайлин Н.В. Эффективность возделывания зернофуражных культур в природных подзонах Саратовской области // Основы рационального природопользования: Материалы III международной научно-практической конференции (ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»). – Саратов: Саратовский источник, 2011. – 520 с.
5. Отчёт о научно-организационной деятельности Томского ИМКЭС СО РАН за 2008 год. – Томск, 2009. – 160 с.
6. Полулях Ю.Г., Ададимова Л.Ю., Брызгалин Т.В. Устойчивость роста аграрной экономики как фактор развития сельских территорий // Повышение эффективности АПК в системе социально-ориентированного развития сельских территорий: Сборник науч. трудов ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России. – Воронеж: ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2015. – С. 247–249.
7. Фирсов А.И., Лощинина Л.П. Влияние длины ротации севооборота на обеспеченность культур почвенной влагой // Тезисы Российской научн. конф., посв. 100-летию со дня

- рождения доктора геогр. наук, проф. И.А. Кузника (1898–1980). – Саратов, 1998. – С. 93–94.
8. Электронный источник: <http://geosystema.su/> Энергетический анализ природно-ресурсных возможностей региона.
 9. Электронный источник: http://studopedia.ru/6_12310_vladet-navikami.html/ Эколого-экономическое районирование территории Волжского бассейна.

Lubov Yu. Adadimova¹, Valery I. Kotelnikov², Tana M. Ojdup³, Jury G. Polulyakh¹

MODELING STEADY DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES IN VIEW OF CLIMATE CHANGE IN GEOINFORMATION SYSTEMS

ABSTRACT

The article highlights necessity of analysis and forecast of stability of rural territories development interrelated with development of agriculture, and also with monitoring the basic indicators of a state of ecology, the analysis of risky situations of land tenure and agricultural wildlife management. The validity of using the term “ecological economic load” is discussed. Five conditions for providing steady development of rural territories are as follows: increase of an index of human development; preservation of a surrounding environment; positive dynamics of investments into objects of social sphere; growth of current expenses for nature protection actions; steady development of all industrial sphere. For the analysis, monitoring and forecasting of rural territories development one could use a model of steady development and analysis of risky situations in agroindustrial systems, developed by the authors on the basis of the theory of constant bookkeeping, marginal analysis and concept of life cycle. On the ascending branch of the curve there are fixed eight stages of development of the organization from the beginning of functioning to the accelerated economic growth, and on the descending – are as many risky situations: from loss of the growth acceleration up to bankruptcy. This model makes it possible to investigate influence of fluctuations of the basic weather parameters and various abnormal natural phenomena, soil quality and organizational-technology factors on the results of activity of the agricultural organizations. Research of risks and threats to steady development of agrarian manufacture in conditions of climate change is illustrated by the analysis of influence of fluctuations of quantity of atmospheric precipitation and daily average temperatures of air on productivity of spring wheat in experiments by Research Institute of the Southeast agriculture, as well as dependence of stability of manufacture on natural fertility ground on the basis of data from “Solianskoe” experimental agroindustrial facilities. The use of geoinformation systems (GIS) is shown at the analysis of stability of development of agricultural production. The basic (prototype) model of monitoring and all-round estimation of a state and level of development of economy of agroindustrial complex of territories of the Russian Federation has been presented.

KEYWORDS:

modeling, steady development, rural territories, change of a climate, geoinformation systems

¹ Volga Region Scientific Research Institute of Economy and Organization of Agriculture; Russia, 410110, Saratov, Shekhurdina st, 12; *e-mail*: adadimova@inbox.ru

² The Tuva Institute of Integrated Natural Resources Development of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 667007, Russia, Republic Tyva, Kyzyl, International st, 117; *e-mail*: tikopr@mail.ru

³ The Tuva Institute of Integrated Natural Resources Development of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 667007, Russia, Republic Tyva, Kyzyl, International st, 117; *e-mail*: tana_o@mail.ru

REFERENCES

1. Adadimova L.Y., Polulyakh Y.G., Brizgalin T.V. Modelirovanie analiza riskovyh situacij i ocenki ugroz poteri ustojchivosti razvitiya agrarnogo proizvodstva [Modeling of the analysis of risky situations and estimations of threats of loss of stability of development of agrarian manufacture], *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*, 2016, № 3, pp. 90–103 (in Russian).
 2. Volkova E.S., Nevidimova O.G., Melnik M.A. Kompleksnyj risk-analiz prirodopol'zovaniya na territorii Tomskoj oblasti [Complex risk-analysis of wildlife management in the territory of Tomsk Region], *Geografiya i prirodnye resursy*, No 2, 2011, pp. 39–46 (in Russian).
 3. Metody agroekonomicheskikh issledovanij (vtoroj vypusk) [Methods of agrarian economic research (the second release)], *Otv. za vypusk: Sercov A.F., Paptsov A.G.*, Moscow: VNIIE-TUSX, 2007 (in Russian).
 4. Mikhajlin N.V. Effektivnost' vozdeleyvaniya zernofurazhnyh kul'tur v prirodnyh podzonah Saratovskoj oblasti [Efficiency of cultivating grainfodder cultures in natural subzones of Saratov region], *Osnovy racional'nogo prirodopol'zovaniya: Materialy III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (FGBOU VPO "Saratovskij GAU)*, Saratov: Izdatel'stvo "Saratovskij istochnik", 2011, 520 p. (in Russian).
 5. Otchyot o nauchno-organizacionnoj deyatel'nosti Tomskogo IMKEHS SO RAN za 2008 god [The report on scientifically-organizational activity of Tomsk IMKES of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences for 2008], Tomsk, 2009, 160 p. (in Russian).
 6. Polulyakh Y.G., Adadimova L.Y., Brizgalin T.V. Ustojchivost' rosta agrarnoj ekonomiki kak faktor razvitiya sel'skih territorij [Stability of growth of agrarian economy as factor of development of rural territories], *Povyshenie ehffektivnosti APK v sisteme social'no-orientirovannogo razvitiya sel'skih territorij: Sbornik nauch. trudov FGBNU NIIHOAPK CCHR Rossii*, Voronezh: FGBNU NIIHOAPK CCHR Rossii, 2015, pp. 247–249 (in Russian).
 7. Firsov A.I., Loshinina L.P. Vliyanie dliny rotacii sevooborota na obespechennost' kul'tur pochvennoj vlagoj [Influence of length of rotation of a crop rotation on security of cultures soil water.], *Tezisy Rossijskoj nauchn. konf., posv. 100-letiyu so dnya rozhdeniya doktora geograf. nauk, prof. I.A. Kuznika (1898–1980)*, Saratov, 1998, pp. 93–94 (in Russian).
 8. An electronic source: <http://geosystema.su>, "Energeticheskij analiz prirodno-resursnyh vozmozhnostej regiona [the Power analysis of the region natural-resource opportunities]" (in Russian).
 9. An electronic source: <http://studopedia.ru>, 6_12310_vladet-navikami.html, *Ekologoehkonomicheskoe rajonirovanie territorii Volzhskogo bassejna* [Ecologoeconomic division into districts of the Volga pool territory] (in Russian).
-