

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В.Г. Плющиков¹, М.М. Фатиев²

¹Кафедра безопасности жизнедеятельности
и управления природными и техногенными рисками
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

²Кафедра садово-паркового и ландшафтного дизайна
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Рассмотрены различные виды оценки экономического ущерба в растениеводстве от природных чрезвычайных ситуаций (ЧС): на основе информации о частичных площадях гибели посевов; на основе концепции уязвимости; на основе динамического временного ряда; по недобору урожая сельскохозяйственных культур. Прогнозирование ущерба в растениеводстве от природных ЧС на любом уровне осуществляется на базе информации по данному показателю за ряд лет. Это позволяет сформировать динамические ряды, определить тенденцию развития ущерба и применять метод перспективной экстраполяции.

Ключевые слова: ущерб, посевы, убыток, культура, чрезвычайная ситуация.

Экономические последствия стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций (ЧС) для сельского хозяйства принято характеризовать категорией ущерба, который включает в себя потери и убытки.

Полный экономический ущерб включает все виды материальных потерь и затрат, связанных с природными ЧС.

В настоящее время экономической ущерб от ЧС оценивается весьма приблизительно. Он составляет лишь некоторую часть от реального экономического ущерба, который с учетом косвенных последствий ЧС может достигать большей величины.

Имеющиеся в литературе данные об экономическом ущербе от некоторых видов ЧС получены исключительно на основе экспертных оценок и поэтому недостаточно достоверны и трудно сопоставимы.

Все это приводит к следующим выводам.

1. Существует настоятельная необходимость достоверного определения экономического ущерба как на локальном и местном уровнях (применительно к отдельным предприятиям и на уровне конкретных ЧС), так и на других уровнях — территориальном, региональном, федеральном — применительно к проблемам социально-экономического развития территорий Российской Федерации.

2. Для получения достоверной, систематизированной и сопоставимой информации об экономическом ущербе от ЧС требуется решение проблем организационного и методического характера.

Получение обобщенной информации об экономическом ущербе в настоящее время осуществляется лишь в процессе подготовки формируемого МЧС России ежегодного «Государственного доклада о состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Однако представляемые в этих докладах данные об экономическом ущербе не имеют под собой серьезной методической основы и отражают преимущественно запросы регионов по возмещению из резервного фонда Правительства Российской Федерации ущерба, понесенного вследствие произошедших в регионах ЧС.

В связи с этим оценка и прогноз экономического ущерба от природных ЧС является актуальным для растениеводства и сельского хозяйства Российской Федерации в целом и для отдельных субъектов и территорий в частности.

С учетом этого предлагаются статистические методы оценки и прогноза экономического ущерба в сельском хозяйстве на примере растениеводства как отрасли, на которую приходится основной ущерб в сельском хозяйстве страны.

При разработке статистических методов используются имеющиеся наработки по проблеме снижения рисков и смягчения последствий ЧС.

Статистические методы оценки экономического ущерба от природных ЧС. Оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС осуществляется на различных уровнях — локальном, местном, территориальном, региональном и федеральном.

Особенности оценки экономического ущерба в растениеводстве на любом уровне связаны с наличием информации о фактических потерях от природных ЧС в отрасли.

Нами рассматриваются различные подходы к оценке экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, а именно:

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС при наличии информации о фактических площадях гибели посевов сельскохозяйственных культур;

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на основе концепции уязвимости растениеводства;

— оценка экономического ущерба от природных ЧС, представленного динамическим временным рядом;

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от ЧС природного характера по недобору урожая сельскохозяйственных культур.

Оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС (U) при наличии информации о фактических площадях гибели посевов сельскохозяйственных культур проводится по формуле:

$$U = \sum S_j \cdot y_j \cdot C_j,$$

где S_j — фактическая площадь гибели посевов j -й сельскохозяйственной культуры или групп культур; y_j — урожайность j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур; C_j — цена реализации единицы продукции j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур.

Урожайность сельскохозяйственных культур или группы культур принимается на уровне средних. Расчет средних проводится на базе информации за пять лет, при этом исключаются резко выделяющиеся (очень низкие или очень высокие) показатели.

Цена реализации на продукцию сельскохозяйственной культуры или группы культур принимается на уровне фактически сложившейся на год расчета в конкретном субъекте РФ.

Оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС (U) на основе концепции уязвимости. Данный метод оценки экономического ущерба приемлем на более высоких уровнях управления (территориальном, региональном и федеральном). В этом случае экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС (U) рассчитывается по формуле:

$$U = \sum V_j \cdot K_j,$$

где V_j — уязвимость j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур; K_j — стоимость урожая j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур.

При этом под уязвимостью (V_j) понимают степень гибели посевов сельскохозяйственных культур от природных ЧС и определяют ее отношением площадей погибших посевов сельскохозяйственных культур к их посевной площади.

$$V_j = \frac{S_j^{\text{гиб}}}{S_j^{\text{пос}}},$$

где $S_j^{\text{гиб}}$ — площадь гибели посевов j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур; $S_j^{\text{пос}}$ — посевная площадь j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур.

Оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, представленного динамическим временным рядом, на любом уровне хозяйствования характеризуется следующими показателями:

- средняя величина экономического ущерба за годы ЧС;
- минимальное и максимальное отклонение уровней экономического ущерба от средней;
- коэффициент вариации экономического ущерба;

— экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур.

Средняя величина экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС за годы ЧС (U^)*. Среднее значение показателя за годы ЧС вычисляется по формуле:

$$U^* = \sum_t \frac{U_t}{k},$$

где U_t — фактический экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС в t -м году; k — количество ЧС за наблюдаемый период.

Коэффициент вариации экономического ущерба (V) характеризует колеблемость признака в относительных показателях (процентах) и определяется по формуле:

$$V = \frac{\delta}{\bar{U}} \cdot 100,$$

где δ — среднее квадратическое отклонение; \bar{U} — средняя величина экономического ущерба.

При этом:

$$\delta = \sqrt{\sum \frac{(U_t - \bar{U})^2}{n}},$$

где U_t — фактическая величина экономического ущерба в t -м году; n — количество лет в периоде.

Этот показатель характеризует остаточную или случайную дисперсию, обусловленную в основном причинами, не зависящими от человека — главным образом источниками природных ЧС.

Средняя величина экономического ущерба (\bar{U}) рассчитывается как средняя арифметическая:

$$\bar{U} = \sum_t \frac{U_t}{n}.$$

Экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур (\tilde{U}). При наличии временного динамического ряда значений экономического ущерба от гибели посевов сельскохозяйственных культур и соответствующих этим данным уровней фактических площадей гибели посевов сельскохозяйственных культур можно оценить величину экономического ущерба на 100 га погибших посевов. Экономический ущерб от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйствен-

ных культур (\tilde{U}) за наблюдаемый период рассчитывается как средняя арифметическая величина:

$$\tilde{U} = \sum_t \frac{\tilde{U}_t}{k},$$

где \tilde{U}_t — экономический ущерб от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур в t -м году; n — количество лет в периоде.

При этом экономический ущерб от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур в t -м году (\tilde{U}_t) определяется по формуле:

$$\tilde{U}_t = \frac{U_t}{S_t^{\text{гиб}}} \cdot 100,$$

где U_t — фактический экономический ущерб от гибели посевов сельскохозяйственных культур от природных ЧС в t -м году; $S_t^{\text{гиб}}$ — площадь гибели посевов сельскохозяйственных культур от природных ЧС в t -м году (с учетом структуры гибели посевов).

Оценке экономического ущерба на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур предшествуют преобразования динамического временного ряда. Динамический ряд должен быть однородным, значения экономического ущерба представлены в единых ценах. Для этого величины экономического ущерба в текущих ценах приводят по коэффициентам-дефляторам к единым ценам расчетного (последнего во временном ряду) года. В этом случае оценка экономического ущерба на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур представляется по ценам базового года.

Расчетную величину данного показателя в разрезе субъектов РФ можно использовать в качестве временных нормативов для оценки экономического ущерба при гибели посевов сельскохозяйственных культур от природных ЧС. Это обусловлено тем, что в этом показателе учитываются все возможные факторы, влияющие на величину ущерба, а именно: структура площади гибели посевов сельскохозяйственных культур по субъектам РФ, урожайность сельскохозяйственных культур и стоимость единицы продукции за рассматриваемый период.

Оценка экономического ущерба в растениеводстве от стихийных бедствий природного характера связана, главным образом, с недобором урожая сельскохозяйственных культур. Он складывается из недобора продукции за счет потерь от гибели посевов сельскохозяйственных культур и убытков от недобора продукции за счет снижения урожайности культур. Все это отражается на урожайности сельскохозяйственных культур с 1 га посевной площади.

Урожайность сельскохозяйственных культур на 1 га посевной площади рассчитывается с учетом уточненных размеров посевных площадей. Уточненные данные о посевных площадях представляются Госкомстатом России с учетом фактических посевов поздних культур под урожай текущего года и с учетом фактических размеров полностью погибших посевов культур, а также с учетом хозяй-

ственного использования посевов (на зерно, зеленый корм, сено и т.д.). Следовательно, урожайность сельскохозяйственных культур на 1 га посевной площади аккумулирует влияние стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций природного характера.

Однако в этом показателе отражаются и нарушения технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур. Допущением этого методического подхода принято, что выполнение технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур за выбранный временной период будет одинаковым, т.е. предполагаются равноценные технологические условия для производства сельскохозяйственной продукции.

Данный методический подход к оценке экономического ущерба основан на определении экономического ущерба в растениеводстве, который рассчитывается по недобору урожая сельскохозяйственных культур в конкретный расчетный год.

Недобор урожая в расчетном году определяется разницей урожайности конкретной сельскохозяйственной культуры в расчетном году и уровня урожайности данной культуры, выбранного из статистического ряда за последние пять лет. Выбранный уровень урожайности принимается максимальным, тем самым обосновывается наименьшее влияние неблагоприятных погодных условий при равноценных технологических условиях производства продукции.

Отсюда оценка ущерба от стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций природного характера в растениеводстве (U) можно представить в следующем виде:

$$U = \sum_i \Delta Y_i \cdot S_i \cdot C_i,$$

где ΔY_i — снижение урожайности i -й сельскохозяйственной культуры по сравнению с выбранным уровнем; S_i — посевная площадь i -й сельскохозяйственной культуры; C_i — цена единицы продукции i -й сельскохозяйственной культуры.

Наибольший экономический ущерб стихийные бедствия наносят зерновому хозяйству. Поэтому оценку ущерба в растениеводстве возможно проводить по основным группам зерновых культур.

Статистические методы прогнозирования экономического ущерба от природных ЧС. Выбор статистических методов прогнозирования во многом определяется качеством и особенностями исходной информации (длина временного ряда, характер распределения и т.п.).

Существует тесная взаимосвязь между информацией и методом прогнозирования, т.е. для информации, обладающей определенной спецификой, следует использовать метод, который учитывает данную специфику. Так, существуют методы, которые достаточно хорошо описывают сезонные колебания; для информации, обладающей большими вариациями, следует использовать процедуры метода наименьших квадратов (МНК), в которых реализуется минимизация суммы модулей рассогласований реальных и модельных значений.

Таким образом, при проведении прогнозных расчетов всегда следует оценивать и находить оптимальное соответствие между информацией и используемым для получения прогноза методом. Однако обоснованных процедур нахождения такого соответствия в настоящее время не существует, и в этом состоит одна из проблем прогнозирования. При решении этой проблемы, рассматриваемой в аспекте верификации прогнозных результатов, соответствие «информация—метод» можно рассматривать как один из важнейших критериев при выборе и применении методов прогнозирования.

Прогнозирование экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на любом уровне хозяйствования проводится на базе информации по данному показателю за ряд лет. Это позволяет сформировать временные динамические ряды экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, определить тенденцию развития ущерба в растениеводстве.

Временной ряд, на базе которого строится прогноз ущерба, должен быть качественно однородным. Для этого величина экономического ущерба в фактически действовавших ценах представленного временного периода приводится по коэффициентам-дефляторам к единым ценам, например, последнего расчетного года временного ряда.

Анализ и оценка качественно однородного временного ряда являются первым этапом прогнозирования ущерба от ЧС; они проводятся с помощью таких методов, как сравнительный, графический, расчет средних величин и др.

В результате анализа временных динамических рядов выявляется количество признаков величины экономического ущерба в растениеводстве от ЧС. Этим в большей степени определяется выбор статистического метода, с помощью которого осуществляется прогнозирование экономического ущерба на ближайшую перспективу. При анализе выявляются колебания величины экономического ущерба по годам. В большинстве случаев они могут быть значительными. В этом случае на графике линия временного ряда получается сильно изломанной, по ней трудно судить о характере изменения этого показателя, особенно при малом числе наблюдений.

Для выявления тенденции изменения величины экономического ущерба, представленного временным рядом, имеющим более 85% признаков всех возможных уровней, используют выравнивание ряда методом наименьших квадратов. Цель этого метода состоит в отыскании уравнения кривой, которая точно отражала бы основную тенденцию в изменении уровней ряда в зависимости от времени. Параметры уравнения при этом находят, исходя из требования, чтобы рассчитанные значения были максимально приближены к фактическим данным, а сумма квадратов отклонений фактических уровней от их значений, исчисленных по найденному математическому уравнению, была минимальной, т.е. $\sum(y - y_t)^2 \rightarrow \min$, где: y — фактические уровни динамического ряда; y_t — уровни, вычисленные по уравнению.

Выравнивание временного ряда экономического ущерба производится с помощью различных математических функций — линейной, показательной, пара-

болы разных порядков и др. Выбор функции проводится на основе теоретического анализа изучаемого показателя (явления), применения графического метода, использования средних скользящих и других приемов.

Следовательно, выравнивание временных рядов, отражающих экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС, осуществляется методом наименьших квадратов по линейной функции или по параболе второго порядка.

Линейная функция примет вид прямой:

$$y = a_0 + a_1 t.$$

Параметры уравнения a_0 и a_1 находятся путем решения системы нормальных уравнений, получаемых по способу наименьших квадратов:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases}.$$

Парабола второго порядка имеет вид:

$$y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2.$$

По числу искомым параметров ($a_0, a_1 t, a_2 t^2$) составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 \\ \sum ty = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 \\ \sum yt^2 = a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4 \end{cases}.$$

При подстановке в уравнение порядкового номера года получаем выравненные значения показателя, а при продолжении временного периода — величину экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на перспективу. Для оценки степени приближения выравненных уровней временного ряда к фактическим, на основе которых делается прогноз, определяют остаточную дисперсию:

$$\delta_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum (y_i - \tilde{y}_i)^2}{n}.$$

Этот показатель обобщает отклонения фактического и выравненного рядов, обусловленные в основном причинами, не зависящими от человека, — главным образом источниками возникновения природных ЧС.

Удельный вес остаточной, случайной дисперсии ($\delta_{\text{ост}}^2$) в общей дисперсии ($\delta_{\text{общ}}^2$) показывает воздействие источников природных ЧС в отдельные годы. При этом:

$$\delta_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = \frac{\sum y^2}{n} - \frac{(\sum y)^2}{n^2},$$

$$\delta_{\text{сист}}^2 = \delta_{\text{общ}}^2 - \delta_{\text{ост}}^2.$$

Среднеквадратическое отклонение:

$$\delta = \sqrt{\delta^2}.$$

Оно характеризует степень рассеяния ряда, степень колеблемости значений признака вокруг его среднего значения.

В случае менее 85% имеющихся признаков величины экономического ущерба от всех возможных во временном динамическом ряду предлагается другой подход в прогнозировании экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС.

Экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС на ближайшую перспективу (U) рассчитывается по формуле:

$$U = \sum S_j^{\text{гиб}} Y_j C_j,$$

где $S_j^{\text{гиб}}$ — возможная площадь гибели посевов j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур; Y_j — урожайность j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур; C_j — цена реализации j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур.

При этом возможная площадь гибели посевов j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур ($S_j^{\text{гиб}}$) принимается на уровне прогноза. Она определяется исходя из прогноза площади гибели посевов всех сельскохозяйственных культур и доли площади гибели конкретной культуры или группы культур. Возможная площадь гибели j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур на ближайшую перспективу ($S_j^{\text{гиб}}$) определяется по формуле:

$$S_j^{\text{гиб}} = \sum_j S^{\text{гиб}} d_j,$$

где $S^{\text{гиб}}$ — возможная площадь гибели посевов всех сельскохозяйственных культур; d_j — доля гибели j -й сельскохозяйственной культуры или группы культур.

Доля гибели конкретной сельскохозяйственной культуры или группы культур в общей площади гибели (d_j) определяется методом экспертных оценок с учетом сложившейся структуры посевных площадей в каждом объекте. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур принимается на уровне средних показателей за последние 5 лет.

Возможная площадь гибели посевов всех сельскохозяйственных культур в данном случае определяется как средняя на количество ЧС за наблюдаемый период:

$$S^{\text{гиб}} = \frac{\sum S_t^{\text{гиб}}}{k},$$

где $S_t^{\text{гиб}}$ — площадь гибели посевов сельскохозяйственных культур в t -м году; k — количество ЧС за наблюдаемый период.

Таким образом, при оценке экономического ущерба в растениеводстве урожайность сельскохозяйственных культур или группы культур принимается на уровне средних за последние 5 лет. Из динамики урожайности исключаются самые высокие и самые низкие уровни урожайности.

Оценку ущерба от гибели посевов сельскохозяйственных культур возможно проводить в ценах последнего расчетного года за конкретный период.

Оценка и прогноз экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на любом уровне — локальном, местном, территориальном, региональном, федеральном — осуществляется с помощью различных статистических методов и приемов в зависимости от наличия и полноты исходной информации.

Предлагаются различные подходы к оценке экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС и стихийных бедствий (СБ), а именно:

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС при наличии информации о фактических площадях гибели посевов сельскохозяйственных культур;

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на основе концепции уязвимости растениеводства;

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, представленного динамическим временным рядом;

— оценка экономического ущерба в растениеводстве от СБ по недобору урожая сельскохозяйственных культур.

С учетом вышеуказанных подходов к оценке ущерба представлены алгоритмы расчета экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС.

Оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС характеризуется расчетной величиной ущерба. Кроме того, оценка экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, представленного временным динамическим рядом, характеризуется следующими показателями:

— средняя величина экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС за наблюдаемый период;

— коэффициент вариации величины экономического ущерба;

— экономический ущерб от природных ЧС на 100 га площади гибели посевов сельскохозяйственных культур.

Прогнозирование экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС на любом уровне проводится на базе информации по данному показателю за ряд лет. Это позволяет сформировать временные динамические ряды экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС, определить тенденцию развития ущерба в растениеводстве и применить метод перспективной экстраполяции.

При прогнозировании величины экономического ущерба в растениеводстве от природных ЧС с применением статистических методов рассчитываются:

— возможный экономический ущерб в растениеводстве от природных ЧС на основе статистических данных об ущербе;

— дисперсии: общая, системная и остаточная.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Покровский С.Г.* Методы изучения пространственно-временных особенностей природопользования. — М.: Издательство Московского университета, 1993.
- [2] *Географическое прогнозирование и охрана природы / Звонкова Т.В., Косимов Н.С. (ред.).* — М., 1992.
- [3] *Критерии оценки экологической обстановки для выявления зон чрезвычайной ситуации и зон экологического бедствия.* — М.: Минприроды РФ, 1992.
- [4] *Рассолов Б.К., Агарков В.В., Топоров В.И.* Экспертная система оценки воздействия погодных условий на формирование урожая сельскохозяйственных культур // *Вестник сельскохозяйственных наук.* — 1990. — № 12. — С. 34—36.
- [5] *Zudema G., Borm. G.I. Van. den J.* Simulating Changes in Global Land Cover as Affected by Economic Factors // *Water — Air and Soil pollution.* — 1984. — V. 76. — № 1. — P. 163.
- [6] *Плющиков В.Г., Иванов А.И., Крайнев Н.С., Глуценко В.И. и др.* Методические рекомендации по возмещению ущерба от стихийных бедствий в агропромышленном комплексе России. — М.: МСХП РФ, 1995.

STATISTICAL METHODS FOR ASSESSING AND PREDICTING THE ECONOMIC IMPACT OF NATURAL DISASTERS

V.G. Plyushikov¹, M.M. Fatijev²

¹Department of life safety and management
of natural and technological risks
Peoples' Friendship University of Russia

Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

²Department of landscape gardening and landscape design
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The different types of evaluation of economic losses in crop from natural disaster are discussed: based on information about partial areas of crop loss; based on the concept of vulnerability; based on dynamic time series; losses of crops in agricultural plants. Predicting crop damage from natural disaster at any level performed on the basis of information on this indicator for several years. It allows to create a dynamic series to determine the trend of damage and accept the method of promising extrapolation.

Key words: damage, crops, crop losses, cultural crops, emergency situation.