

УДК 631.15:631.563

## **Методика оценки риска потери прибыли при хранении сельскохозяйственной продукции**

Лойко В.И. – доктор технических наук, профессор,  
Ефанова Н.В. – ассистент  
Кубанский Государственный Аграрный Университет

В статье проведен анализ рисков, которым подвержены сельскохозяйственные предприятия, основным видом деятельности которых является заготовка и хранение сельскохозяйственной продукции. Предложена методика оценки риска потери прибыли при хранении.

Предлагаемая методика оценки риска ориентирована, прежде всего, на предприятия, занятые в области заготовки и хранения сельскохозяйственной продукции. Следовательно, в качестве основного риска можно выделить риск потери прибыли при хранении. Данный метод может быть использован в качестве составной части программы управления рисками крупных и средних предприятий агропромышленного комплекса.

Хранилище (далее под термином «хранилище» подразумевается любое предприятие, занятое в области заготовки и хранения сельскохозяйственной продукции), как и любое другое сельскохозяйственное предприятие, подвержено различного рода рискам. Самый большой риск – риск неблагоприятных погодных условий, влекущий за собой недостаток продукции на рынке, а, следовательно, – изменение цены. Таким образом, появляется ценовой риск. Цена влияет на спрос, который в свою очередь определяет загруженность хранилища – чем больше зерна принято на хранение, тем больше прибыль. Транспортный риск вызван потерей зерна при транспортировке. Далее идет риск порчи продукции в хранилищах. Этот вид риска управляем и

контролируем, так как порча зависит от предварительной обработки помещений от насекомых, грызунов и т.п. Существует еще много видов риска, но все они приводят к одному – потери прибыли. И задача лица, принимающего решение, устранить или минимизировать риск и его последствия.

Риск потери прибыли от хранения является, пожалуй, наиболее значимым, так как хранение – это основной вид деятельности рассматриваемых предприятий. Рынок сельхоз-продукции изменчив, и его стабильность зависит от погодных условий, которые нельзя предсказать наверняка, но можно прогнозировать, планируя свою деятельность с учетом того или иного исхода. Потеря прибыли напрямую связана с рыночной ценой, которая в свою очередь определяется количеством продукции на рынке. При благоприятных погодных условиях имеет место большое количество, что по закону спроса и предложения ведет к снижению цены. При неблагоприятных погодных условиях – наоборот – количество снижается, что увеличивает спрос и, соответственно, цену. В свою очередь цена влияет на стоимость услуг за хранение. Фирма, как правило, заранее устанавливает разницу между максимальной и минимальной ценой за хранение. Эта разница выражается в процентах и характеризует максимально допустимое для фирмы снижение цены за услугу. Также устанавливается максимально допустимая цена, выше которой рыночная стоимость подняться не может.

Далее наблюдается зависимость – от стоимости услуг зависит объем загруженности хранилища. Как правило, загруженность хранилища не бывает стопроцентной. Таким образом, предприятие всегда несет убытки, вычисляемые по формуле (1).

$$C = P_x \cdot (V_3 - V_x), \quad (1)$$

где  $C$  – сумма убытка;

$P_x$  – цена хранения;

$V_3$  – объем хранилища;

$V_x$  – объем принятой на хранение продукции.

Для дальнейшего анализа и количественной оценки риска потери прибыли при хранении представляется целесообразным использовать аппарат теории игр.

Таким образом, оценка риска предусматривает составление платежной матрицы, столбцы которой соответствуют возможным действиям фирмы, а строки – возможным состояниям системы (см. Таблицу 1).

Таблица 1 – Общий вид платежной матрицы

	$P_1$	$P_2$	...	$P_m$
$S_1$	$k_{11}$	$k_{12}$	...	$k_{1m}$
...	...	...	...	...
$S_n$	$k_{n1}$	$k_{n2}$	...	$k_{nm}$

Неизвестно, какой будет погода в текущем году, поэтому рассматриваются два варианта: благоприятные и неблагоприятные погодные условия. В данном случае неблагоприятными погодными условиями будут условия, при которых значительно уменьшается количество продукции на рынке: засуха, наводнение, заморозки и т.д. Благоприятные условия удерживают ценовой уровень, существенно не изменяя рыночной политики. В обоих случаях цена имеет свои пределы (по закону спроса и предложения).

С учетом вышеизложенного и формулы (1) строится новая матрица (см. Таблицу 2), где  $S_1...S_n$  – множество возможных состояний системы, т.е. варианты загрузки хранилища;  $P_1... P_i P_{i+1}... P_m$  – множество вариантов оплаты за услугу хранения с учетом максимально и минимально допустимой цены при различных погодных условиях.

Таблица 2 – Матрица оценки риска при заданных погодных условиях

Объем взятой на хранение продукции	Погодные условия					
	Благоприятные			Неблагоприятные		
	$P_1$	...	$P_i$	$P_{i+1}$	...	$P_m$
$S_1$	$c_{11}$	...	$c_{1i}$	$c_{1,i+1}$	...	$c_{1m}$
...	...	...	...	...	...	...
$S_n$	$c_{n1}$	...	$c_{ni}$	$c_{n,i+1}$	...	$c_{nm}$

Матрицу из таблицы 2 можно трактовать следующим образом. Так как предприятие всегда несет потери в виде недополученной на хранение продукции, то его целью является минимизация убытков путем максимально возможной загрузки активов. В данной ситуации имеется несколько ценовых уровней, при которых возможны несколько вариантов загрузки хранилища в разных погодных условиях. Так, увеличивая цену и принимая большее количество на хранение, предприятие получает максимально возможную прибыль. Но при высоком ценовом уровне предприятие становится менее конкурентоспособным. Таким образом, к нему будут обращаться в основном близлежащие хозяйства, которым выгоднее переплатить за хранение, чем заниматься организацией перевозки в другие районы. А значит уже невозможно достичь высокого уровня загрузки активов хранилища. В связи с этим обстоятельством, предлагается несколько стратегий фирмы. Например, использование самой низкой цены, самой высокой цены и некоторых промежуточных цен за тонну продукции, принятой на хранение (помесячно). Как уже отмечалось, все стратегии рассматриваются для благоприятных и неблагоприятных условий.

Кроме описанного подхода к оценке риска хранилища, возможен еще один способ рассмотрения имеющейся ситуации. В предыдущем случае

явно рассматривается риск цены и риск недозагрузки хранилища и, следовательно, возможные потери. В данном случае можно рассмотреть непосредственно риск потери прибыли.

Цена, установленная фирмой в качестве минимальной, как правило, является точкой безубыточности, т.е. предприятие не имеет ни прибыли, ни убытка. Стоимость услуг равна затратам на ее осуществление. Тогда при всех сохранившихся условиях становится возможным подсчитать размер прибыли с учетом затрат. Отсюда, независимо от погодных условий, затраты будут одинаковы.

Расчеты производятся по формуле (2).

$$Q = (P_x \cdot V_x) - (P_{\min} \cdot V_x), \quad (2)$$

где  $Q$  – сумма прибыли;

$P_{\min}$  – минимальная цена хранения, равная затратам;

$P_x$  – цена хранения;

$V_x$  – объем принятой на хранение продукции.

Тогда в результате преобразований получится новая матрица (см. Таблицу 3), где  $P_1 \dots P_i, P_{i+1} \dots P_m$  – множество возможных состояний системы, т.е. множество вариантов оплаты за услугу хранения с учетом максимально и минимально допустимой цены при различных погодных условиях;  $S_1 \dots S_n$  – варианты загруженности хранилища.

Таблица 3 – Матрица подсчета размера прибыли с учетом затрат

Стоимость услуг		Объем взятой на хранение продукции		
		$S_1$	...	$S_n$
Благоприятные условия	$P_1$	$q_{11}$	...	$q_{1n}$
	...	...	...	...
	$P_i$	$q_{i1}$	...	$q_{in}$
Неблагоприятные условия	$P_{i+1}$	$q_{i+1,1}$	...	$q_{i+1,n}$
	...	...	...	...
	$P_m$	$q_{m1}$	...	$q_{mn}$

После построения матриц необходимо провести их оценку с помощью специальных критериев, широко применяемых в теории игр. В частности, это критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Байеса и Гурвица [1]. В результате проделанного анализа можно сделать вывод о том, какая стратегия фирмы является наиболее выгодной при определенных стратегиях природы. Совпадение решений по различным критериям увеличивает вероятность принятия наиболее оптимального решения. В случае возможных расхождений окончательный выбор зависит непосредственно от ЛПР, также возможно использование мажоритарного принципа для принятия окончательного решения.

Рассмотренная методика была опробована с использованием среднестатистических данных ОАО «Динской элеватор». ОАО «Динской элеватор» является предприятием агропромышленного комплекса, занятого в области заготовки и хранения зерна и маслосемян. Максимальный объем элеватора равен 65000 тонн продукции. За годы работы предприятия максимальная загруженность в среднем не превышала 70%. При благоприятных погодных условиях разница между максимальной и минимальной ценой хранения за тонну зерна составляет 15%. При неблагоприятных погодных условиях эта разница устанавливается равной 5%. Далее составляется платежная матрица (см. Таблицу 4), которую можно трактовать следующим образом. Стратегии принятия решения в различных условиях: А – при благоприятных погодных условиях и В – при неблагоприятных. В данной ситуации имеется три ценовых уровня для стратегий А и В. Строки отражают варианты загруженности элеватора при установленной стоимости услуг за хранение (столбцы таблицы 4). На пересечении строк и столбцов отражаются потери от недозагруженности элеватора, вычисляемые по

формуле (1). Минусы перед числовыми значениями означают, что предприятие несет потери.

Таблица 4 – Платежная матрица потерь элеватора

Объем взятой на хранение продукции, тыс. тонн	Стоимость услуг, руб. за тонну в месяц					
	А			В		
	миним.	среднее	максим.	миним.	Среднее	максим.
	<b>27руб.</b>	<b>29,5 руб.</b>	<b>32 руб.</b>	<b>32 руб.</b>	<b>32,8 руб.</b>	<b>33,6 руб.</b>
<b>20</b>	-1215000	-1327500	-1440000	-1440000	-1476000	-1512000
<b>37</b>	-756000	-826000	-896000	-896000	-918400	-940800
<b>47</b>	-486000	-531000	-	-576000	-590400	-
<b>54</b>	-297000	-	-	-352000	-	-

Итак, стратегия  $A_{1j}$  предполагает цену 27 руб. в месяц за тонну хранимой продукции. Это самая низкая цена, поэтому в условиях конкурентной борьбы маловероятна загрузка на 20 тыс. тонн. И все же при выбранной стратегии предприятие несет убытки в размере:

$$27p \cdot (65000t - 20000t) = 1215000p.$$

За счет низкой цены и при возможной полной загрузке предприятие несет минимальные потери. Для этой цены возрастает вероятность увеличить загрузженность активов, то есть достигнуть запланированного объема 54 тыс. тонн. В этом случае потери будут минимальны и равны 297000 рублям.

Стратегия  $A_{2j}$  увеличивает цену до 29,5 р. Но при этом уже не доступен рубеж в 54 тыс. тонн, а значит, максимальные убытки равны 1327000 руб. Стратегия  $A_{3j}$  тоже предполагает увеличение цены за услуги, но, принося большие убытки при меньшей загрузке активов, она увеличивает и доходы. Из таблицы 4 видно, что при самой высокой цене для этих условий достигаются и самые высокие доходы.

Аналогичная ситуация просматривается для стратегий  $B_{ij}$ .

После построения платежной матрицы был проведен ее анализ по ряду критериев теории игр. Первый критерий – это критерий Лапласа. Он выявляет оптимальную стратегию по формуле (3):

$$L = \frac{\text{Max}(\sum c_{ij})}{n} \quad (3)$$

Таким образом, после проведения вычислений максимальных средних значений для стратегий А и В, критерий Лапласа рекомендует снизить цену за услуги, тем самым, увеличивая объем загруженности элеватора.

Критерий Вальда ориентирует на наихудшие условия и рекомендует выбрать ту стратегию, для которой выигрыш максимален. Применение такого критерия в условиях полной неопределенности характерно для осторожных руководителей, ориентирующихся на самые худшие условия, в которых выбираются альтернативы. В связи с этим критерий называют максиминным (критерием пессимизма), так как он выбирает в качестве оптимального то решение, которое дает формула (4):

$$W = \max_i \min_j c_{ij} \quad (4)$$

Расчет показывает, что критерий Вальда также рекомендует снизить цену за услуги.

Критерий Сэвиджа позволяет не допустить чрезмерно высоких потерь, к которым могут привести ошибочные решения. В соответствии с критерием Сэвиджа в качестве оптимальной выбирается такая стратегия, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации. Оптимальная стратегия находится по формуле (5):

$$R = \min_i (\max_j (\max c_{ij} - c_{ij})) \quad (5)$$

Результаты представлены в таблице 5, где  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  – варианты загруженности элеватора, соответственно для стратегий А и В.

В полученной матрице из максимальных разностей выбирается наименьшее значение. Критерий Сэвиджа выбирает  $\alpha_4$  и  $\beta_4$ , т.е. понижение цены.

Таблица 5 – Матрица сожалений для критерия Сэвиджа

	А					В			
	27 р.	29,5 р.	32 р.	max		32 р.	32,8 р.	33,6 р.	max
$\alpha_1$	918000	796500	544000	918000	$\beta_1$	1088000	885600	571200	1088000
$\alpha_2$	459000	295000	0	459000	$\beta_2$	544000	328000	0	544000
$\alpha_3$	189000	0	-	189000	$\beta_3$	224000	0	-	224000
$\alpha_4$	0	-	-	0	$\beta_4$	0	-	-	0

В рассмотренных выше критериях необходимая информация о вероятностях какого-либо состояния отсутствовала, критерий Байеса действует в условиях неполной информации. Выбор стратегии осуществляет по формуле (6):

$$K = \max(\sum p_{ij} \cdot c_{ij}) \quad (6)$$

Анализ хозяйственной деятельности предприятия показал, что выбор ценовой политики осуществляется со следующей вероятностью: минимальная – 0.25, средняя – 0.5, максимальная – 0.25. Учитывая вероятности, критерий Байеса также рекомендует понижение цены.

Критерий Гурвица (оптимизма-пессимизма) придерживается некоторой промежуточной позиции, учитывающей возможность как наихудшего, так и наилучшего исхода. Критерий рекомендует стратегию, определяемую по формуле (7):

$$H = \max_i \{g \min_j c_{ij} + (1-g) \max_j c_{ij}\}, \quad (7)$$

где  $\gamma$  - коэффициент пессимизма, выбираемый в интервале [0,1]. Чем хуже последствия ошибочных решений, больше желания застраховаться, тем ближе к единице. Принимаем равным 0,7. Матрица решений дополняется столбцом, содержащим средние взвешенные наименьшего и наибольшего

результатов для каждой строки. Выбирается тот вариант, в строках которого стоят наибольшие элементы этого столбца.

В результате проделанного анализа, можно сделать вывод о том, что наилучшими являются стратегии, обозначаемые  $\alpha_4$  и  $\beta_4$ , при которых выбирается низший ценовой уровень для всех погодных условий.

По всем критериям оценки выбраны именно эти стратегии.

Исходя из методики, в предыдущем случае рассчитывался риск цены и риск недозагрузки хранилища и, следовательно, возможные потери. Ниже рассчитывается непосредственно риск потери прибыли.

В независимости от погодных условий затраты будут одинаковы и равны 27 руб. Расчеты производятся по формуле (2). Элеватор принимает продукцию по 29,5 руб. за тонну в месяц, тогда прибыль составит

$$29,5 \text{ руб.} * 20000 \text{ т} - 27 \text{ руб.} * 20000 \text{ т} = 50000 \text{ руб.}$$

В результате расчетов получается матрица (см. таблицу 6), где на пересечении строк и столбцов отражается прибыль предприятия,  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  – стоимость услуг по хранению, соответственно, для стратегий А и В.

Таблица 6 – Прибыль с учетом затрат

Стоимость услуг, руб. за тонну в месяц			Объем взятой на хранение продукции, тыс. тонн			
			20	37	47	54
А	$\alpha_1$	<b>27 р.</b>	0	0	0	0
	$\alpha_2$	<b>29,5 р.</b>	50000	92000	117500	-
	$\alpha_3$	<b>32 р.</b>	100000	185000	-	-
В	$\beta_1$	<b>32 р.</b>	100000	185000	235000	270000
	$\beta_2$	<b>32,8 р.</b>	116000	214600	272600	-
	$\beta_3$	<b>33,6 р.</b>	132000	244200	-	-

Далее был проведен анализ полученной матрицы с помощью критерия Лапласа. Из полученных значений выбирается максимальное. Для благоприятных условий (стратегия природы А) максимальное значение

получается при стратегии  $\alpha_3$ , а для В –  $\beta_2$ . Таким образом, предпочтение отдается стратегии, при которой активы загружены лишь наполовину, при максимальной цене прибыль получается максимальной. В другом случае, выбирается стратегия, при которой принято 54000 т продукции по минимальной цене для неблагоприятных условий.

Так как критерий Вальда ориентирует на наихудший результат, то выбраны стратегии  $\alpha_3$  и  $\beta_3$ . При стратегии  $\alpha_3$  предприятие получает максимальную прибыль. Критерий Сэвиджа выбирает стратегии  $\alpha_1$  и  $\beta_3$ . При стратегии  $\alpha_1$  предприятие не несет убытков и не получает прибыли, это оптимальный вариант, при котором вероятность риска равна 0. Для критерия Байеса установлены следующие вероятности загруженности элеватора: 20 тыс. тонн – 0.15, 37 тыс. тонн – 0.35, 47 тыс. тонн – 0.35, 54 тыс. тонн – 0.15. Критерий Байеса выбирает стратегии  $\alpha_2$  и  $\beta_1$ . Критерий Гурвица придерживается промежуточной позиции, учитывающей возможность как наихудшего, так и наилучшего исхода, поэтому выбраны стратегии  $\alpha_3$  и  $\beta_2$  при  $\gamma=0.7$ .

Оценка прибыли с учетом затрат явилась более интересной, потому что по всем критериям получился различный результат (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты оценки прибыли с учетом затрат

Лаплас	$\alpha_3$	$\beta_2$
Вальд	$\alpha_3$	$\beta_3$
Сэвидж	$\alpha_1$	$\beta_3$
Байес	$\alpha_2$	$\beta_1$
Гурвиц	$\alpha_3$	$\beta_2$

Целью деятельности любого предприятия является получение максимально возможной прибыли. Поэтому при стоимости услуги 32 руб. даже при небольшой загрузке прибыль является максимальной. При неблагоприятных условиях затраты на осуществление хранения остаются

прежними – 27руб., но рыночная стоимость услуги способствует повышению ее и элеватором. В таких условиях прием любого количества продукции принесет прибыль. Даже при минимальной стоимости 32 руб. и возможности загрузить активы хранилища на 83% (54000т) предприятие получает максимально возможную прибыль при любых условиях (и благоприятных тоже). Многие предприятия, желая застраховаться, выбирают такой ценовой уровень, при котором покрываются все затраты. Этот способ управления не является убыточным. Он оптимален, хотя его предпочел только критерий Сэвиджа. Из полученных результатов достаточно трудно выбрать какой-то определенный, так как у каждого управленца своя тактика. Но проведенный анализ может помочь в принятии наилучшего решения с учетом субъективного мнения ЛПР.

Рассмотренная методика позволяет оценить риск потери прибыли при хранении сельскохозяйственной продукции, в совокупности являющегося суммой ценового риска, риска потери прибыли и риска недозагруженности хранилища. Анализ результатов может служить основой для выработки общей стратегии предприятия в отношении рисков, которая, в свою очередь, зависит от суммарного размера потенциальных убытков, с одной стороны, и финансовых возможностей фирмы, с другой. Для осторожной стратегии характерен отказ от рисков. При такой стратегии одним из наиболее часто используемых методов управления рисками является страхование. Для более рискованной стратегии характерно принятие рисков на себя. То есть данная стратегия учитывает, что размер рисков, оставляемых у себя, может быть достаточно большим и покрытие убытков происходит за счет собственных финансовых возможностей. Следовательно, работает другой метод управления рисками – «самострахование». Суть метода – создание собственных страховых фондов, предназначенных для покрытия убытков. Таким образом, в итоге всестороннего анализа руководство предприятия может принять

взвешенное решение о целесообразности выбора того или иного метода управления рисками.

Литературные источники

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 2001.