

ОЦЕНКА ПЕСТ-РИСКА (НА ПРИМЕРЕ СЕРОЙ КРЫСЫ, *Rattus norvegicus* Berk)

В.А.РЫЛЬНИКОВ

Негосударственное частное научно-образовательное учреждение «Институт пест-менеджмента», Россия, Москва, 117342, абонентский ящик 36

E-mail: rylnikov@list.ru

Аннотация Показана возможность проведения экспертного оценивания риска заселения серой крысой (*Rattus norvegicus* Berk.) в строениях и на прилегающей территории в зависимости от географического положения, сезона года, назначения обслуживаемого объекта, его санитарно-технического состояния, а также в зависимости от эффективности работы системы пест-контроля, в том числе, квалификации оператора. В результате, может быть оценен пест-риск заселения строений и территории в рамках относительной шкалы от 0 до 1.

Ключевые слова: Серая крыса, пест-риск, экспертная оценка

Оценка вероятности появления вредителей на предприятиях, наиболее важных в социальном и экономическом отношении, во многом определяет весь комплекс мероприятий по предотвращению такого события, другими словами говоря, позволяет разработать наиболее корректную программу по проведению пест-контроля.

В прогноз появления вредителей на объекте входят факторы:

1) определяющие вероятность его освобождения

- оценка составляющих естественной и принудительной смертности,
- оценка квалификации оператора;

2) определяющие оценку вероятности повторного заселения объекта

- составляющие размножения и иммиграции,
- оценка емкости среды, определяющей численность вредителей.

Попытка решения этой задачи на примере серой крысой (*Rattus norvegicus* Berk) была предпринята нами ранее с использованием экспериментальных данных (Рыльников, Тучкова, 2012).

Экспертное оценивание используют в случаях, когда сбор данных связан с большими трудовыми затратами, а обычные аналитические методы не применимы. Экспертное оценивание с вычислением средней арифметической взвешенной широко используют во многих областях: экономике, образовании, экологии (Орлов, 2004), для количественной

оценки фитосанитарного риска при решении проблем защиты растений (Орлинский, 2005; European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2011).

Настоящая работа построена на оценках, сделанных единственным экспертом — ее автором. В основу индивидуального экспертного оценивания положены результаты исследований, проведенных автором в течение более 30 лет, изложенные в монографии «Серая крыса» (Рыльников, 2010). Автор считает правильным повторить эти оценки путем последовательного привлечения не менее 5 экспертов, как этого требует теория экспертного оценивания, используя предложенную схему.

Материал и методика

Оценку среднего арифметического взвешенного (взвешенной средней) проводили по следующей формуле:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$$

x_1, \dots, x_n , где x_i - варианты дискретного ряда, а

w_1, \dots, w_n , где w_i - частоты вариантов (Кремер, 2007, стр.272).

Оценка среднего арифметического взвешенного в границах предприятия (с дворовой территорией)

В качестве вариантов дискретного ряда использовали результаты индивидуального экспертного оценивания* с выставлением балльных оценок в интервале от 0 до 3 целыми числами.

В качестве частоты вариантов также использовали результаты экспертного оценивания* методом векторов предпочтений (эксперт анализировал весь набор альтернативных вариантов и выбирал наиболее предпочтительные) с выставлением оценок в интервале от 0 до 1.

Оценка среднего арифметического взвешенного в границах отдельных структурных подразделений предприятия

В качестве вариантов дискретного ряда использовали результаты индивидуального экспертного оценивания* с выставлением балльных оценок в интервале от 0 до 3 целыми числами.

В качестве частотности вариантов предлагаем использовать данные экспериментальных оценок, например, оценок относительной численности (доля погрызенных приманок, попадаемость грызунов в ловушки, доля заслеженных площадок и т. п.).

*Экспертное оценивание — процедура получения оценки проблемы на основе мнения [специалистов \(экспертов\)](#) с целью последующего [принятия решения \(выбора\)](#) (Википедия).

Этап 1. *Оценка веса (частотности, значимости) факторов, благоприятствующих заселению объекта грызунами, по отношению друг к другу.*

Сумма весов примем равной единице.

Этап 2. *Оценка фактического состояния факторов, благоприятствующих заселению объекта бытовыми вредителями.*

Фактическое состояние факторов проводят с помощью экспертного оценивания по трех балльной системе.

Этап 3. *Оценка взвешенной средней.*

По каждому фактору производят умножение веса на фактическое состояние. Произведение является взвешенной оценкой данного фактора. Взвешенную среднюю оценку получают путем суммирования взвешенных оценок всех факторов. Относительную взвешенную среднюю вычисляют делением последней оценки на максимальное значение, характеризующее проявление фактора (при трех балльной оценке это число три).

Этап 4. *Оценка вероятности пест-риска.*

$P(Z_i)$ рассчитывают произведением величины, определяющей вероятность появления вредителей $P(Y_i)$, на величину ущерба от их деятельности $P(U_i)$. $P(U_i)$ может быть

выражен произведением относительной численности грызунов (доля съеденной приманки, числа пойманных особей и др.) на размер ущерба от одной особи. Размер ущерба $P(U_i)$ и пест-риска $P(Z_i)$ выражают в долях от 0 до 1.

Вероятность пест-риска устанавливают для каждого вида - вредителя.

$P(Z_i) = P(Y_i) \times P(U_i)$, с учетом независимости событий Y_i, U_i

Вычисляют суммарный пест-риск $P(Z) = \sum_{(i=1, \dots, 8)} P(Z_i) - \prod_{(i=1, \dots, 8)} P(Z_i)$, с учетом независимости событий Z_1, \dots, Z_i

Этап 5. Оценка порога риска

Имеются ввиду интервалы значений $P(Z_i)$, при которых следует проводить определенные действия, а именно:

- 1) мониторинг (текущие наблюдения);
- 2) анализ существующих обстоятельств, выбор проблемных областей;
- 3) корректировка проводимых мероприятий (профилактических или истребительных);
- 4) незамедлительные мероприятия.

Следует заметить, что значение порога риска будет специфическим для каждого проблемного биологического вида. При этом, корректирующие действия могут отличаться в зависимости от текущих обстоятельств.

Ввиду особой опасности серой крысы, порог риска установлен при наличии одной особи.

Оценку вероятности заселения вредителем объекта и оценку пест-риска при этом событии проведем на примере серой крысы (*Rattus norvegicus* Berk.).

Результаты выполненной работы

Для оценки вероятности заселения объекта серой крысой по значимости на **первое место** мы поставили такой фактор как категория объекта, которую определяет вид деятельности, а именно: промышленные пищевые (1), коммунальные (2), детские (3), лечебно-профилактические (4), промышленные не пищевые (5), транспортные (6), прочие (табл.1), что в первую очередь определяет условия благоприятствующие заселению крысой.

Объекты категории 1 и 2 могут быть отнесены к высоко привлекательным, категории 3 и 4 — к привлекательным, категории 5 и 6 — к мало привлекательным.

Таблица 1. Категория объекта

непривлекательные 0	мало привлекательные 1	привлекательные 2	высоко привлекательные 3
------------------------	------------------------------	----------------------	--------------------------------

на **второе место** — санитарно-техническое состояние объекта, что определяет емкость среды обитания крысы во вторую очередь и может быть изменено без изменения направления деятельности (табл.2),

Таблица 2. Емкость среды обитания

отсутствует 0	малая 1	средняя 2	большая 3
------------------	------------	--------------	--------------

на **третье место** — квалификацию оператора (табл.3).

Таблица 3. Оценка степени неэффективности труда оператора

отсутствует т 0	низкая 1	средняя 2	высокая 3
-----------------------	-------------	--------------	--------------

Выбор баллов из таблиц 1, 2 и 3 осуществляют, согласно экспертных оценок. Чем выше квалификация, тем больше вероятность, что объект будет освобожден от крыс, даже в условиях плохого санитарно-технического состояния объекта с максимальной привлекательностью для этого вида.

Вероятность появления крысы на объекте является, безусловно, важным фактором, прежде всего, как потенциал для роста за счет размножения резидентов, однако, успешно регулируемый всеми предыдущими, поэтому и стоит на **четвертом месте**.

Известно, что вероятность завоза серой крысы с транспортом (кроме водного) (иммиграция путем пассивного проникновения) практически равна нулю, при этом заселение объекта серой крысой с соседних территорий (иммиграция путем активного проникновения) весьма вероятно — **пятое место**.

Следует заметить, что в зависимости от географической широты и времени года вес четвертого и пятого факторов может быть изменен в пользу последнего, например, осенью, в средних широтах, прирост численности крыс за счет сезонной миграции может значительно превышать прирост за счет размножения, интенсивность которого снижается (табл.4).

Таблица 4. Интенсивность размножения крыс в разное время года

весна 3	лето 3	осень 2	зима 1
------------	-----------	------------	-----------

В течение года наибольшая вероятность заселения объекта, за счет размножения и иммиграции одновременно, наблюдается весной и летом, меньше - осенью, наименьшая — зимой (табл.5).

Таблица 5. Вероятность заселения крысами объекта в разное время года

весна 3	лето 3	осень 2	зима 1
------------	-----------	------------	-----------

В разных географических широтах вероятность заселения объекта крысами, как за счет размножения, так и за счет иммиграции путем активного проникновения, также отличается: наибольшая в средних и, особенно, южных широтах, наименьшая — в северных (табл.6).

Таблица 6. Вероятность заселения крысами объекта в разных географических широтах

северные 1	средние 2	южные 3
---------------	--------------	------------

Обнаружение крыс на объекте, в условиях интенсивной дератизации, будет зависеть от величины принудительной смертности (эффективности дератизации) (табл.7).

Таблица 7. Вероятность обнаружения крысы с учетом принудительного снижения численности одним из методов

антикоагулянты 2	яд острого действия 1	антикоаг+острые 3	антикоаг+капканы 3
---------------------	--------------------------	----------------------	-----------------------

Наибольшее снижение численности крыс можно ожидать от применения антикоагулянтов, комбинаций их с ядами острого действия или капканами, наименьшего — только от ядов острого действия.

На основе экспертных оценок построим матрицу показателей вероятности гибели крысы с учетом известных закономерностей (табл.8):

Таблица 8. Вероятность гибели серой крысы с учетом времени года, широты и метода истребления (усредненная экспертная оценка)

P(X E)		антикоагул янты	острые	комби
зима	север	0,9	0,7	1
	средние	0,8	0,6	0,9
	юг	0,7	0,5	0,9
	север	0,7	0,6	≤ 0,8

весна	средние		0,6	0,5	0,7
	юг	$\leq 0,5$		$\leq 0,4$	$\leq 0,6$
	север		0,7	0,6	0,8
лето	средние		0,6	0,5	0,7
	юг	$\leq 0,5$		$\leq 0,4$	$\leq 0,6$
	север		0,8	0,7	0,9
осень	средние		0,7	0,6	0,8
	юг	$\leq 0,6$		$\leq 0,5$	$\leq 0,7$

С учетом, что вероятность гибели крыс (d) есть величина обратная вероятности выживания (l), причем $d=1-l$, установим следующие соотношения. Наивысшая вероятность гибели крыс, т.е. $P(X|E)=1$, будет соответствовать наименьшей вероятности выживания крыс, т.е. 0 баллов; $P(X|E)=0,8-0,9$ будет соотв. 1 баллу, $P(X|E)=0,6-0,7$ будет соотв. 2 баллам, $P(X|E) \leq 0,5$ будет соотв. 3 баллам.

Эти значения мы сможем использовать в графе «Вероятность выживания» таблицы 9, где также учтены факторы, определяющие вероятность заселения объекта крысой, $P(Y)$.

Таблица 9. Оценка факторов, благоприятствующих заселению объекта серой крысой (*Rattus norvegicus* Berk.)

Факторы риска	Вес (частотость)*	Оценка	Взвешенная оценка
1	2	3	4
Локальные факторы			
Емкость среды по профилю объекта/не пищевые, лечебные, детские; коммунальные, пищевые (ниже - выше, 0-3 баллов)	0,25	3	0,75
Емкость среды по состоянию объекта(меньше – больше, 0-3 баллов)	0,20	2	0,4
Средняя неэффективность труда оператора (ниже – выше, 0-3 баллов)	0,17	2	0,34
Вероятность выживания (ниже - выше, 0-3 баллов)	0,12	1	0,12
Вероятность пассивного завоза транспортом (меньше – больше, 0-3 баллов)	0,00	0	0,00
Вероятность активного проникновения (меньше – больше, 0-3 баллов)	0,05	2	0,10
Вероятность размножения	0,05	2	0,10
Глобальные факторы			
Вероятность заселения от времени	0,08	3	0,24

года (зима-лето-осень-весна; 0-3 баллов) Вероятность заселения от широты (ниже - выше, 0-3 баллов)	0,08	3	0,24
Суммарная оценка Вероятность заселения объекта, P(Y)	1,0 0,76=2,29:3	18	2,29

*сумма весов всегда равна 1,0

В данном случае взвешенная средняя оценка 2,29 показывает, что показатель вероятности заселения объекта, находится на уровне выше среднего по сравнению с наибольшей – 3 балла, а именно: 0,76.

Экспериментальное подтверждение полученному прогнозу может быть дано на основе оценок относительной численности грызунов (табл. 10).

Таблица 10. Оценка факторов, благоприятствующих заселению серой крысой (*Rattus norvegicus* Berk.) отдельных структурных подразделений обслуживаемого объекта (ниже - выше, 0-3 баллов)

Названия структурных подразделений объекта	Вес (частотость)*	Оценка емкости среды обитания**	Взвешенная оценка
Дворовая территория	0,10	3	0,30
Склад пищевого сырья	0,20	2	0,40
Цех приготовления смесей	0,15	2	0,30
Цех расфасовки	0,15	3	0,45
Склад готовой продукции	0,20	1	0,20
Цех сбора пищевых отходов	0,20	2	0,40
Суммарная оценка Средняя взвешенная вероятности заселения структурных подразделений объекта	1,0 0,67=2,00:3	11	2,00

*Частотость выражена в долях:

- в оценках относительной численности грызунов (доля сработавших ловушек из числа поставленных);
- по данным осмотра приманки; (доля погрызенных приманок из числа разложенных),
- следовых площадок размещенных в контрольно-истребительных контейнерах; (доля заслеженных из числа расставленных).

**Оценка емкости среды обитания выражена в баллах (табл.2).

Расчет пест-риска

Даже одна крыса на 1000 кв.м может принести ущерб, кот. можно оценить как 1 балл, две однополых - 2 балла, две разнополых – 3 балла.

Пусть $P(Y)=0,9-1$, будет соответствовать наибольшему ущербу, т.е. 3 балла; $P(Y)=0,8-0,7$ будет соотв. 2 баллам, $P(Y)=0,6-0,5$ будет соотв. 2 баллам, $P(Y)=0,4-0,2$ будет соотв. 1 баллу, $P(Y) = 0-0,1$ будет соотв. 0 баллам

Если присутствие одной крысы вызвало ущерб размером 0,85. Тогда размер пест-риска будет равен $P(Y) \times P(X|E)=0,64 \times 0,85=0,54$.

Обсуждение

Предложенная схема оценки должна пройти верификацию при практической экспертной оценке конкретных объектов силами квалифицированных экспертов, которых мы приглашаем к сотрудничеству.

Список литературы

Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. Третье издание, переработанное и дополненное. М.: ЮНИТИ-ДАНА. - 2007. - 551 с.

Орлинский А.Д. Анализ фитосанитарного риска в России : диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. М.: 2005 287 с.

Орлов А.И. Эконометрика. М.: изд-во «Экзамен». - 2004. - 576 с.

Рыльников В.А. Серая крыса / *Rattus norvegicus Berk*/. Экологические основы и подходы к управлению численностью. М.: Институт пест-менеджмента. - 2010. - 366 с.

Рыльников В.А., Тучкова Н.П. Оценка вероятности принудительной гибели серой крысы (*Rattus norvegicus Berk*) в условиях непрерывной дератизации // Пест-менеджмент (РЭТ-инфо). - 2012. - №2(82). - С.37-45.

European and Mediterranean Plant Protection Organization, CAPRA
(Computer Assisted Pest Risk Analysis, User's manual, version 4.2., 28 p.,
capra.eppo.org/files/guideline_capra.pdf, 05/07/2011.