

КОНЦЕПЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ФИТОСАНИТАРНОГО РИСКА

А.Д. Орлинский,

Европейская и средиземноморская организация по карантину и защите растений

Задача анализа фитосанитарного риска (АФР) заключается в ответе на вопрос, должен ли анализируемый вредный организм быть признан регулируемым (карантинным или некарантинным) для зоны АФР и если да, то какие фитосанитарные меры должны к нему применяться. АФР включает 4 стадии: подготовительный (сбор информации), оценка фитосанитарного риска, оценка управления фитосанитарным риском (выбор мер, позволяющих снизить риск для приемлемого уровня) и документирование АФР. Описание этих стадий и соответствующих им схем опубликованы нами ранее [4, 6]*. На стадии оценки фитосанитарного риска решается вопрос, соответствует ли вредный организм критериям карантинного организма (или регулируемого некарантинного вредного организма) в соответствии с принятой международной фитосанитарной терминологией [5]. Условием включения конкретного вредного организма в перечень регулируемых организмов должно быть выполнение неравенства:

$$ПУ > РФМ, \quad (1)$$

где ПУ — потенциальный ущерб, грозящий стране (зоне АФР) в случае проникновения, акклиматизации и распространения на ее территории данного организма, РФМ — расходы на фитосанитарные меры, необходимые для предотвращения проникновения, акклиматизации и распространения организма в зоне АФР. Понятно, что в случае, когда РФМ превышают или равны ПУ, применение фитосанитарных мер неоправданно.

Элементы неравенства (1) и соответствующие им фитосанитарные меры нами уже были рассмотрены [4]. Объективная оценка РФМ сложна, но в принципе возможна. В общем виде на заданный период времени (t в годах, меняющийся от 0 до n) этот показатель может определяться по следующей формуле:

$$РФМ = n \cdot РФМ_{A1} + \int_{t=0}^n РФМ_{A2}(t) \cdot dt, \quad (2)$$

где t — время с момента проведения АФР до n -го года, $РФМ_{A1}$ — расходы на меры по предотвращению проникновения вредного организма на территорию страны, $РФМ_{A2}$ — расходы на фитосанитарные меры по ограничению его распространения по территории страны.

Значительно сложнее обстоит дело с объективной оценкой потенциального ущерба (ПУ) на заданный период времени, который в общем виде может определяться по следующей формуле:

$$ПУ = ВП \cdot ВА \cdot ППР \cdot \int_{t=0}^n (ПЭУ + ПУОС + ПСУ)(t) \cdot dt, \quad (3)$$

где ВП — вероятность проникновения данного организма на территорию страны (зоны АФР), ВА — вероятность его акклиматизации в зоне АФР; ПЭУ, ПУОС и ПСУ — соответственно потенциальные экономический ущерб, ущерб для окружающей среды и социальный ущерб в зоне АФР (на единицу площади), ППР — площадь потенциального распространения организма на территории зоны АФР.

Рассмотрим основные компоненты формулы (3). Вероятности проникновения (ВП) и акклиматизации (ВА) организма (которые, как любые вероятности, должны измеряться в долях единицы или в процентах) зависят от множества факторов [4]. Потенциальный экономический ущерб (ПЭУ) в зоне АФР может быть как прямым, влияющим на урожай и его качество, так и косвенным, связанным с потерями доступа к рынкам и подобными факторами. Потенциальный ущерб для окружающей среды (ПУОС), связанный с последствиями внедрения рассматриваемого организма в зону АФР для окружающей среды, с трудом поддается оценке. Потенциальный социальный ущерб (ПСУ) в зоне АФР также чрезвычайно трудно оценить. Изложенное показывает, что даже если каждый параметр формул (2) и (3) и может быть оценен с большей или меньшей степенью точности, то общая точность вычислений ПУ и РФМ для проведения оценки фитосанитарного риска будет крайне низкой и не может дать надежный ответ на основной вопрос: должен ли анализируемый вредный организм регулироваться? В связи с этим во всех странах ответ на этот вопрос давался с помощью субъективного мнения экспертов. Эксперты на основании своего опыта оценивали, насколько данный организм представляет опасность для территорий их стран, существуют ли эффективные меры для предотвращения его интродукции, оправдано ли применение этих мер по сравнению с потенциальным ущербом от этого организма. Преимущество этого метода анализа очевидно — он значительно проще длительных и кропотливых работ по объективному прогнозу, которые к тому же не отличаются большой точностью. Однако ответ на главный вопрос остается субъективным. Отсюда главный недостаток этого метода анализа — чрезмерная зависимость ответа от личности эксперта.

Основной критерий правильности любого анализа или оценки — их повторяемость. И здесь видно слабое место субъективного анализа. Если дать провести анализ риска одного и того же организма для одной и той же территории на основании одинаковой информации независимо двум разным экспертам, велика вероятность того, что будут получены два разных ответа.

Сказанное делает понятным, почему при развитии схем АФР, основанных на субъективном мнении экспертов, основной задачей всегда было снижение степени субъективности и достижение повторяемости результатов анализа независимо от самих экспертов. Эта задача может решаться и решалась в действительности двумя путями: увеличением числа экспертов, проводящих анализ, и усложнением схем АФР таким образом, чтобы группа экспертов давала ответ не на один вопрос, а на ряд вопросов, касающихся различных аспектов потенциальной интродукции и вредности организма. Наиболее развитыми схемами АФР на сегодняшний день представляются схемы, разработанные ЕОКЗР. Эти схемы [6, 7, 8] представляют собой серии стандартных вопросов, ответы на которые должны быть выражены цифрами по 9-балльной шкале. В первую очередь оценивается вероятность проникновения вредного организма в зону АФР и его акклиматизации в ней, затем возможный экономический ущерб в случае акклиматизации. По этим трем аспектам имеется возможность прийти к общей оценке уровня риска, представляемого рассматриваемым организмом.

Таблица 1. Коэффициенты, предлагаемые для расчета результатов оценки фитосанитарного риска для разных групп организмов											
Вероятность проникновения (ВП) для основного пути распространения				Вероятность акклиматизации (ВА)				Потенциальная экономическая вредоносность (ПЭВ)			
Номер вопроса по схеме	Коэффициенты вопросов (wi)			Номер вопроса по схеме	Коэффициенты вопросов (wi)			Номер вопроса по схеме	Коэффициенты вопросов (wi)		
	Насекомые и клещи	Фитопатогены и нематоды	Сорные растения		Насекомые и клещи	Фитопатогены и нематоды	Сорные растения		Насекомые и клещи	Фитопатогены и нематоды	Сорные растения
1.1	6	7	7	1.14	4	6	0	2.1	9	9	9
1.3b	8	8	8	1.15	8	9	0	2.2	7	7	7
1.4	7	7	7	1.16	0	7	0	2.3	6	6	6
1.5b	8	7	7	1.17	0	8	5	2.4	7	7	7
1.6	8	7	7	1.18	6	6	3	2.5	8	8	8
1.7b	6	5	5	1.19	8	8	0	2.6	8	8	8
1.8	2	3	2	1.20	9	9	9	2.7	7	7	7
1.9	6	6	6	1.21	6	5	7	2.8	9	9	9
1.10	5	5	5	1.22	3	3	3	2.9	7	8	8
1.11	6	6	6	1.23	2	2	2	2.10	5	6	6
1.12b	8	8	8	1.24	8	8	8	2.11	6	7	7
1.13	6	7	7	1.25	6	7	7	2.12	4	5	5
				1.26	9	9	9	2.13	7	7	7
				1.27	8	8	6	2.14	6	6	6
				1.28	5	7	7	2.15	6	6	6
				1.29	7	5	5	2.16	7	7	7
				1.30	8	7	7	2.17	5	6	6
								2.18	6	7	7
								2.19	5	5	5

В настоящее время во многих странах обсуждается вопрос возможности использования математических методов в АФР. Ряд исследователей придерживается мнения о необходимости присвоения количественных оценок при проведении оценки фитосанитарного риска и дальнейшей их математической обработки [4, 10, 11, 13, 16]. Некоторые авторы используют достаточно сложные математические системы обработки, с применением логарифмических шкал и т.п. [16]. Практически все сторонники количественной оценки склоняются к необходимости математического взвешивания при расчете средних показателей путем введения коэффициентов значимости для каждого вопроса схем АФР [16]. Одно из серьезных исследований в этой области было проведено в Норвегии [13]. На примере АФР для завоза бактериальной гнили картофеля (*Ralstonia solanacearum*) из Нидерландов в Норвегию автор показал, что все основные элементы АФР (биология организма, характеристики зоны АФР и параметры движения грузов на потенциальном пути распространения организма) поддаются математической оценке. При обработке данных были использованы Байезианское распределение вероятностей и симулирующая модель Монте-Карло. С помощью этих математических инструментов были количественно оценены риск потенциального распространения яблонной плодовой гнили (*Cydia pomonella*) и вероятность акклиматизации колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в Норвегии в условиях меняющегося климата.

Некоторые исследователи считают, что присвоение цифровых значений при проведении оценки фитосанитарного риска не требуется, а риск проникновения и акклиматизации вредного организма в зоне АФР, а также его потенциальную вредоносность достаточно выражать словами, например, «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий» и т.д. По мнению автора и других сторонников количественной оценки, при таком подходе увеличивается степень неопределенности решения. До настоящего времени многие считают, что, несмотря на количественный характер оценки потенциальной вредоносности и вероятности проникновения и акклиматизации вредного организма, ответ на каждый вопрос схемы (выраженный в виде выбранного балла) лишь помогает экспертам лучше осознать все аспекты и отве-

тит на главный вопрос — должен ли рассматриваемый организм регулироваться в зоне АФР? Тем не менее на практике эксперты имеют тенденцию подсчитывать среднеарифметический балл и сравнивать результат, полученный для оцениваемого вида с предыдущими результатами. Поэтому мы поставили перед собой задачу оптимизировать способ обработки результатов количественной оценки. В связи с этим возникает ряд проблем. Во-первых, значение разных вопросов схемы для общего результата неодинаково. Во-вторых, значение вопросов может различаться в зависимости от группы организмов, к которой принадлежит рассматриваемый вредитель или возбудитель заболевания. В-третьих, было не ясно, какой математический механизм может быть оптимальным для расчета конечного показателя.

Подсчет среднеарифметического значения полученных баллов не имеет большого смысла, поскольку при таком способе расчета не учитывается разница в значении разных вопросов для итоговой оценки. Поэтому минимально необходимым оказывается расчет средневзвешенного значения. Такое математическое взвешивание возможно на основе коэффициентов, присвоенных каждому вопросу схемы и отражающих важность каждого из них. Наиболее логична разработка этих коэффициентов по той же системе, как присваиваются баллы при АФР — по 9-балльной шкале. Работа с группами экспертов из России, Киргизии и Азербайджана, которым было предложено оценить важность вопросов схем и присвоить им коэффициенты, показала, что достаточно разделить вредных организмов всего на три группы: (1) насекомые, (2) болезни и нематоды, (3) сорные растения. В табл. 1 приведены усредненные коэффициенты, полученные в результате работы с экспертами.

Далее встает вопрос об оптимальном способе расчета значений для вероятности проникновения (ВП), вероятности акклиматизации (ВА) и потенциальной экономической вредоносности (ПЭВ). Ряд экспертов, работающих над этой проблемой [16], предложили рассчитывать эти показатели по сложным формулам с использованием логарифмической шкалы. На наш взгляд, применение таких формул неоправданно, поскольку мы не видим смысла придавать особое значение высоким или низким оценкам. Выравнивание высоких или низких показателей

с помощью логарифмирования или других математических приемов обычно используется при изучении случайных процессов, когда слишком высокий или низкий показатель могут негативно сказаться на понимании изучаемой закономерности. В нашем же случае мы имеем дело с субъективными оценками, сознательно данными группой экспертов и выраженными в баллах. Каждая оценка взвешена и обсуждена экспертами и не носит случайного характера. Поэтому нет причины занижать значение высоких или низких оценок. Достаточно иметь коэффициенты и рассчитывать их средневзвешенную величину:

$$r_{св} = \sum_{i=1}^n a_i w_i, \quad (4)$$

или

$$r_{св} = \left[\sum_{i=1}^n a_i w_i \right] / \sum_{i=1}^n w_i, \quad (5)$$

где $r_{св}$ — средневзвешенная величина, по которой могут рассчитываться ВП, ВА и ПЭВ. Легко заметить, что формулы (4) и (5) идентичны, только в формуле (4) w_i (коэффициенты вопросов) используются в относительных величинах, а в формуле (5) — их абсолютные значения из таблиц. На наш взгляд, применение формулы (5) на практике проще.

После того как мы рассчитали средневзвешенные значения для вероятности проникновения, вероятности акклиматизации и потенциальной экономической вредности, напомним формулу (3), которую мы предложили для объективного расчета потенциального ущерба (ПУ):

$$ПУ = ВП \cdot ВА \cdot ППР \cdot \int_{t=0}^n (ПЭУ + ПУОС + ПСУ) (t) \cdot dt, \quad (3)$$

Мы видим, что ВП и ВА участвуют в формуле по объективной оценке потенциального ущерба. Очевидно, что оставшая часть правой стороны формулы соответствует ПЭВ:

$$ППР \cdot \int_{t=0}^n (ПЭУ + ПУОС + ПСУ) (t) \cdot dt = ПЭВ \quad (6)$$

Таким образом, формулу (3) можно переписать в следующем виде:

$$ПУ = ВП \cdot ВА \cdot ПЭВ \quad (7)$$

По этой формуле мы предлагаем рассчитывать конечный результат оценки фитосанитарного риска, потому что она соответствует смыслу, вкладываемому в понятия вероятностей проникновения и акклиматизации организма и его потенциальной экономической вредности. Поскольку показатели ВП, ВА и ПЭВ по предлагаемой нами схеме колеблются от 1 до 9, а математическая вероятность исчисляется в пределах от 0 до 1, мы предлагаем показатели ВП и ВА разделить каждый на 100 и в итоге получим:

$$ПУ = ВП \cdot ВА \cdot ПЭВ / 100 \quad (8)$$

Как видно из последней формулы, ПУ, рассчитанный по ней, может колебаться от 0,01 ($1 \cdot 1 \cdot 1 / 100$) до 7,29 ($9 \cdot 9 \cdot 9 / 100$). Средним показателем будет 1,25 ($5 \cdot 5 \cdot 5 / 100$). В более простом виде эта формула может быть записана следующим образом:

$$ПУ = ВИ \cdot ПЭВ, \quad (9)$$

где $ВИ = ВП \cdot ВА / 100$ — вероятность интродукции, поскольку последняя определяется в соответствии с Глоссарием фитосанитарных терминов ФАО, как «проникновение вредного организма, сопровождаемое его акклиматизацией» [1].

Чтобы сделать более понятным описанное выше, рассмотрим оценку фитосанитарного риска на примере кукурузного жука (*Diabrotica virgifera*). Он (табл. 2) был признан экспертами Всероссийского НИИ карантина растений карантинным вредным организмом для территории России. Основным путем распространения вредите-

Таблица 2. Количественная оценка фитосанитарного риска, который представляет кукурузный жук (*Diabrotica virgifera*) для территории России, проведенная экспертами ВНИИКР под руководством автора 11.03.2003 г.

Вероятность проникновения (ВП) для основного пути распространения				Вероятность акклиматизации (ВА)				Потенциальная экономическая вредность (ПЭВ)			
Номер вопроса по схеме	Кoeffи- циент вопроса (wi)	Оценка в баллах (ai)	ai wi	Номер вопроса по схеме	Кoeffи- циент вопроса (wi)	Оценка в баллах (ai)	ai wi	Номер вопроса по схеме	Кoeffи- циент вопроса (wi)	Оценка в баллах (ai)	ai wi
1.1	6	2	12	1.14	4	2	8	2.1	9	7	63
1.3b	8	1	8	1.15	8	7	56	2.2	7	2	14
1.4	7	1	7	1.16	—	—	—	2.3	6	5	30
1.5b	8	7	56	1.17	—	—	—	2.4	7	5	35
1.6	8	9	72	1.18	—	—	—	2.5	8	5	40
1.7b	6	7	42	1.19	8	2	16	2.6	8	7	56
1.8	2	1	2	1.20	9	8	72	2.7	7	8	56
1.9	6	9	54	1.21	6	8	48	2.8	9	7	63
1.10	5	1	5	1.22	3	9	27	2.9	7	6	42
1.11	6	9	54	1.23	2	9	18	2.10	5	6	30
1.12b	8	4	32	1.24	8	9	72	2.11	6	4	24
1.13	6	5	30	1.25	6	9	54	2.12	4	6	24
				1.26	9	5	45	2.13	7	2	14
				1.27	8	8	64	2.14	6	5	30
				1.28	5	9	45	2.15	6	9	54
				1.29	7	6	42	2.16	7	5	35
				1.30	8	6	48	2.17	5	2	10
								2.18	6	8	48
								2.19	5	6	30
Σ	76		374	Σ	91		615	Σ	125		698

ля был установлен транспорт (особенно самолеты). Кроме того, он может распространяться с молочно-спелыми початками кукурузы. В зоне АФР он представляет высокий риск для кукурузы во всех районах ее выращивания [2, 9, 14, 15]. Жук также может проникнуть естественным путем (перелетами имаго) из соседних с Россией стран (Венгрия, Молдавия, Украина). В этом случае возможны меры, направленные на локализацию очагов вредителя и сдерживание его распространения (например, с помощью феромонных ловушек).

Расчет средневзвешенных показателей вероятности проникновения, вероятности акклиматизации, потенциальной экономической вредоносности и потенциального ущерба по формулам (5) и (8) для кукурузного жука диабротики дал следующие результаты:

$$\text{ВП} = \left[\sum_{i=1}^n a_i w_i \right] / \sum_{i=1}^n w_i = 374 / 76 = 4,92$$

$$\text{ВА} = \left[\sum_{i=1}^n a_i w_i \right] / \sum_{i=1}^n w_i = 615 / 91 = 6,76$$

$$\text{ПЭВ} = \left[\sum_{i=1}^n a_i w_i \right] / \sum_{i=1}^n w_i = 698 / 125 = 5,58$$

$$\text{ПУ} = \text{ВП} \cdot \text{ВА} \cdot \text{ПЭВ} / 100 = 4,92 \cdot 6,76 \cdot 5,58 / 100 = 1,86$$

Таким же образом мы обработали количественные данные оценки фитосанитарного риска для еще 60 видов вредных организмов. Из 61 вида 49 представляют вредных насекомых (22 — Coleoptera, 13 — Lepidoptera, 5 — Diptera, 3 — Hymenoptera, 3 — Homoptera, 2 — Isoptera и 1 — Thysanoptera), 2 — нематод, 3 — грибы, 3 — бактерии и 4 — сорняки. Основная цель расчетов заключалась в проверке эффективности предложенной системы для последующей ее оптимизации.

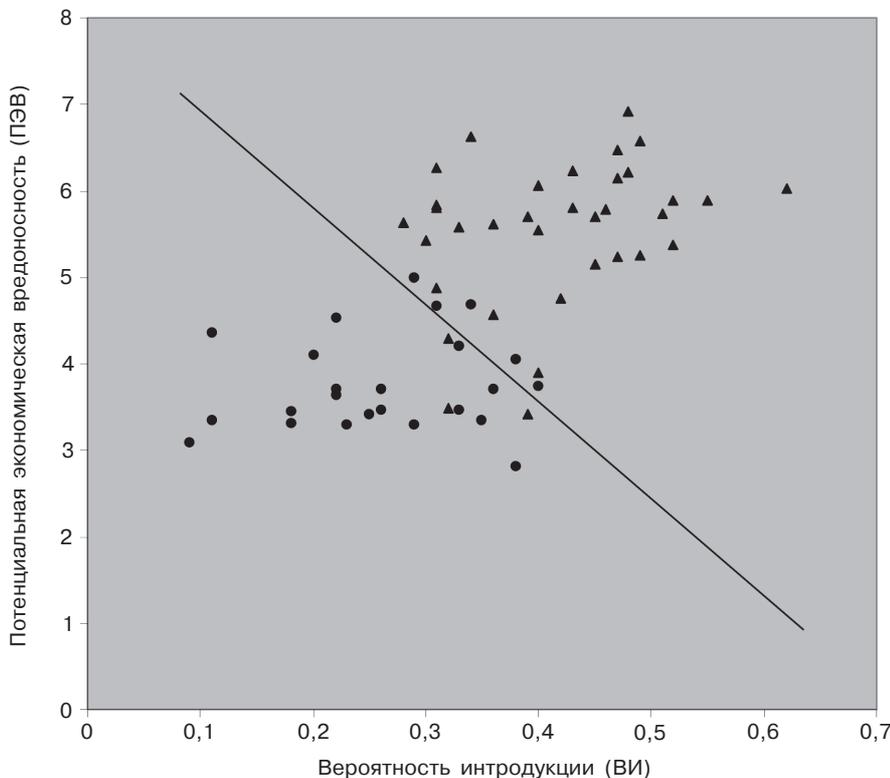
Величиной показателя ПУ, разделяющей карантинные и некарантинные виды оказалось значение 1,4. Только 20% (5 из 25 видов) организмов, не признанных карантинными в результате оценки риска, получили оценки выше,

и только 8% (3 из 36) организмов, признанных карантинными в результате оценки риска, получили оценки ниже этого значения («зона неопределенности»). Это хорошо видно на рис., где данные представлены в виде облаков точек и проведена линия, разделяющая оценки ПЭВ и ВИ для карантинных и некарантинных видов.

Можно сделать вывод, что предложенная система математической обработки данных оценки фитосанитарного риска успешно работает. Она может послужить для разделения вредных организмов на карантинные и некарантинные с поправкой на результаты оценки управления фитосанитарным риском, а также для обоснования необходимости пересмотра оценки для организмов, оказавшихся в «зоне неопределенности».

В связи с разнообразием схем оценки фитосанитарного риска в разных странах и регионах и возможными их изменениями в будущем, встает вопрос: может ли разработанная нами концепция количественной оценки фитосанитарного риска быть адаптирована к схемам, отличным от той, для которой она была разработана? Ответ на этот вопрос положителен, поскольку предложенная методика достаточно гибка. Она предусматривает лишь простое математическое взвешивание и расчет средневзвешенных значений вероятности проникновения (ВП), вероятности акклиматизации (ВА) и потенциального экономического ущерба (ВЭП). Сами эти ключевые показатели должны оцениваться независимо от региональных или временных версий схем в соответствии с принципами Международных стандартов по фитосанитарным мерам (МСФМ) и Международной Конвенции по карантину и защите растений [3]. В случае изменения вопросов схемы, коэффициенты взвешивания могут быть скорректированы дополнительно и даже устанавливаться одновременно с оценкой фитосанитарного риска. В этом случае при ответе на каждый вопрос схемы эксперты должны оценить (в баллах) как фитосанитарный риск, так и значимость вопроса. К схемам, в которых предусмотрена иная шкала баллов, чем 9-балльная, предложенная система также легко адаптируется, поскольку любая шкала может быть преобразована в 9-балльную. Это необходимо для того, чтобы результаты АФР оставались сравнимыми и накапливался материал, который может в дальнейшем использоваться для более надежного обоснования выводов и принятия решений.

Мы считаем, что разработанная концепция количественной оценки фитосанитарного риска оптимальна. Однако это не исключает возможности усовершенствования ее в будущем. Главное — сохранить основные принципы системы: использование коэффициентов математического взвешивания, отражающих значимость вопросов схемы, использование предложенной формулы расчетов вероятностей проникновения, акклиматизации и интродукции вредного организма, потенциальной экономической вредоносности и потенциального ущерба, а также сохранение постоянства подходов к оценке и расчетам. Предложенная методика может адаптироваться к меняющейся и оптимизирующейся схеме оценки фитосанитарного риска. Разработанная концеп-



Распределение оценок потенциальной экономической вредоносности и вероятности интродукции (▲ — данные для организмов, признанных карантинными, ● — не признанных)

ция адекватно отражает процесс принятия решений и может послужить для разделения вредных организмов на карантинные и некарантинные с поправкой на результаты оценки управления фитосанитарным риском, а также для обоснования необходимости пересмотра АФР для

отдельных видов вредных организмов. В будущем желательное создание компьютерной программы, позволяющей автоматически рассчитывать показатели фитосанитарного риска после введения в нее оценочных баллов и коэффициентов взвешивания. 

Литература

1. Глоссарий фитосанитарных терминов (МСФМ № 5) / — М.: Издательство «Защита и карантин растений», 2004. — 27 с.
2. Карантин растений в СССР / Л.В.Воронкова, А.И.Сметник, М.Г.Шамонин и др. — М.: Агропромиздат, 1986. — 256 с.
3. Международная Конвенция по карантину и защите растений // Защита и карантин растений. — 2004. — №9. — С. 14—23.
4. Орлинский А.Д. — Перспективы применения анализа фитосанитарного риска в России // Защита и карантин растений. — 2002. — №10. — С. 26—35.
5. Смит И.М., Орлинский А.Д. — Международная терминология по карантину растений // Защита и карантин растений. — 1997. — №12. — С. 21-28.
6. Смит И.М., Орлинский А.Д. — Анализ фитосанитарного риска // Защита и карантин растений — 1998. — №1. — С. 18—22.
7. Смит И.М., Орлинский А.Д. — Схема ЕОЗР для оценки фитосанитарного риска // Защита и карантин растений. — 1999. — №8. — С. 28—36.
8. Смит И.М., Орлинский А.Д. — Схема ЕОЗР для оценки снижения фитосанитарного риска // Защита и карантин растений. — 2001. — №8. — С. 26—32.
9. Справочник по вредителям, болезням растений и сорнякам, имеющим карантинное значение для территории Российской Федерации / Л.М. Никритин, Е.А.Соколов, Н.М. Атанов и др. — Нижний Новгород: Арника, 1995. — 231 с.
10. Joomaye A, Price N.S., Stonehouse J.M., Seewooruthun I. — Quarantine pest risk analysis of fruit flies in the Indian Ocean: the case of *Bactrocera zonata* // Proceedings of the Indian Ocean Commission, Regional Fruit Fly Symposium, Flic en Flac, Mauritius, 5th-9th June, 2000. Indian Ocean Commission, Quatre Bornes. — Mauritius, 2000. — P. 179—183.
11. MacLeod A., Baker R.H. — The EPPO pest risk assessment scheme: assigning descriptions to scores for the questions on entry and establishment // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin., 2003. — V. 33, №3. — P. 313—320.
12. Orłinski A. D. — Quarantine pests for forestry // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. — 2001. — V.31. - P.391—396.
13. Rafoss T. — Methods for quantitative plant pest risk analysis. — As: Norges Landbrukshogskole, 2002. — 3 p.
14. Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Harris K.M. — Quarantine pests for Europe: data sheets on quarantine pests for the European Communities and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. — Wallingford: CAB INTERNATIONAL. — 1992. — 1032 p.
15. Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Holderness M. — Quarantine pests for Europe. Second Edition. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. — Wallingford: CAB INTERNATIONAL. — 1997. — 1425 p.
16. Zhu L, Holt J, Black R. — New approaches to pest risk analysis for plant quarantine // The BCPC Conference: Pests and diseases, Volume 1: (Proceedings of an international conference held at the Brighton Hilton Metropole Hotel, Brighton, UK, 13-16 November 2000). British Crop Protection Council. — Farnham, 2000. — P.495—498.