

## Подходы к количественной оценке последствий инвазий млекопитающих на территории России

Хляп Л. А., кандидат биологических наук, Петросян В. Г., доктор биологических наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, г. Москва, Россия, e-mail: khlyap@mail.ru

Предлагается вариант экспертной оценки экономического ущерба экосистемам и человеку от инвазионных видов. Количественные оценки в баллах получены для 10 видов млекопитающих из списка 100 самых опасных инвазионных видов России: *Castor canadensis* Kuhl, 1820; *Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766; *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771), *Mus musculus* Linnaeus, 1758; *Rattus rattus* Linnaeus, 1758; *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769; *Canis familiaris* L., 1758; *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834); *Procyon lotor* (L., 1758); *Neovison vison* (Sch., 1777). Оценка ex post возможных затрат на контроль показала, что они максимальны для *M. musculus*, *R. norvegicus*, *R. rattus* и *C. familiaris*. По экспертным оценкам в баллах максимальный суммарный ущерб экосистемам и человеку на территории России причиняют *R. norvegicus* and *M. musculus*, на втором месте *C. familiaris*, *P. lotor*, *C. canadensis*, *O. zibethicus*, *N. procyonoides*, на третьем *A. agrarius* и *N. vison*.

Ключевые слова: биологические инвазии, млекопитающие, экономический ущерб, экспертная оценка

### Введение

Обобщение методических подходов по оценке последствий инвазий показало, что имеется два основных направления анализа. Первое относится к оценке уже произошедших событий (анализ ex post). Второе заключается в оценке вновь возникающих последствий воздействия вида на экосистемы и их компоненты, включая возможные инвазии в другие регионы, т. е. оценка будущих последствий и затрат (анализ ex ante). Анализ ex post включает оценку экологических и экономических последствий вселения инвазионных видов и проводится по трем крупным взаимосвязанным блокам: 1) классификация и оценка направлений воздействий на другие виды, экосистемы и человека; 2) оценка широты этих воздействий – изучение регионов и всего пространства, где встречается вселившийся вид, что связано с изучением и картографированием инвазионной части ареала; 3) оценка силы воздействий и количественная оценка экологического и экономического ущерба. Проведение анализ ex ante подразумевает расширение второго блока – построение прогнозных моделей расселения вида на основе видоспецифических моделей с учетом возможных изменений среды обитания, в том числе климата. Решение этих вопросов – сложная комплексная задача, и для 100 самых опасных в России инвазионных видов различных организмов (от бактерий

до млекопитающих) (топ-100) были собраны и обобщены имеющиеся материалы [1]. Их оказалось крайне мало. В результате было решено использовать балльные экспертные оценки. В настоящем сообщении приведены первые результаты такого подхода, опробованные на примере 10 видов млекопитающих, вошедших в 100 самых опасных инвазионных видов России. Основное внимание уделено оценке ex post экономического ущерба.

### Материалы и методы

Список топ-100 включает 10 видов млекопитающих. 6 видов – грызуны: канадский бобр, *Castor canadensis* Kuhl, 1820; ондатра, *Ondatra zibethicus* (L., 1766); полевая мышь, *Apodemus agrarius* (Pall., 1771); домовая мышь, *Mus musculus* L., 1758; черная крыса, *Rattus rattus* (L., 1758); серая крыса, *Rattus norvegicus* (Berk., 1769); 4 вида – хищные: бродячая собака *Canis familiaris* L., 1758; енотовидная собака, *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834); енот-полоскун, *Procyon lotor* (L., 1758) и американская норка, *Neovison vison* (Sch., 1777). В общей сумме экономического ущерба, как свидетельствуют зарубежные публикации [3, 4] и собственный опыт, наиболее значительным является контроль инвазионных видов, включающий мониторинг и работы по ограничению численности. Ущерб от прямого воздей-

Таблица 1

## Оценка затрат на контроль с учетом её стратегии (5-балльная шкала)

Вид	Оценка затрат на контроль (в баллах)						Стратегия контроля		Сумма
	1Б*	2М	3П	4Ш	5С	6В	П	Н	
Бобр канадский	3	3	3	1	4	4	3	4	25
Ондатра	4	3	4	5	4	3	3	4	30
Серая крыса	5	5	5	5	5	5	4	5	39
Черная крыса	5	5	5	1	5	5	4	5	35
Домовая мышь	5	5	5	5	5	5	4	5	39
Полевая мышь	4	4	3	4	5	3	2	4	29
Собака домашняя бродячая	2	5	5	5	5	4	5	4	35
Собака енотовидная	2	2	4	3	4	4	3	4	26
Енот-полоскун	3	3	2	1	4	4	3	3	23
Норка американская	2	3	4	5	4	3	3	2	26

\* расшифровка – см. «Материалы и методы»

Таблица 2

## Оценка суммарного уровня ущерба (3-балльная шкала)

Вид	Ущерб (в баллах)						Затраты на контроль	Сумма	К*	Всего
	водным экосистемам	наземным экосистемам	лесам	посевам	инфраструктурам	здоровью населения				
Бобр канадский	2	1	3	0	2	0	1	9	0,2	1,8
Енот-полоскун	1	1	3	0	2	0	1	8	0,2	1,6
Ондатра	3	1	0	0	1	2	2	9	1	9
Мышь полевая	0	0	0	3	0	2	2	7	0,5	3,5
Мышь домовая	0	0	0	3	3	3	3	12	1	12
Крыса серая	1	3	0	1	3	3	3	14	1	14
Крыса черная	0	3	0	0	3	3	3	12	0,2	2,4
Собака бродячая	0	3	0	0	0	3	3	9	1	9
Собака енотовидная	1	3	0	0	0	3	2	9	0,5	4,5
Норка американская	2	3	0	0	0	0	1	6	1	6
<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>95</b>		<b>63,8</b>

\*К – поправочный коэффициент на площадь инвазионной части ареала, расположенной в России

ствия (стоимость поврежденных продуктов, расходы на больничные листы и пр.) здесь учитывается лишь косвенно.

Оценка ex post возможных затрат на контроль проведена по шести параметрам, влияющим на его стоимость: 1Б – особенности биологии инвазионных видов; 2М – особенности местообитаний (коридоров), по которым виды проникают на новые территории; 3П – способы проникновения (пути инвазии); 4Ш – обширность зоны инвазии; 5С – стадия инвазионного процесса и 6В – степень вреда.

Мы оценили степень экономического ущерба по каждому из выше перечисленных параметров

Мы оценили степень экономического ущерба по каждому из выше перечисленных параметров

ров, используя 5-балльную шкалу: 1Б) при оценке влияния особенностей биологии инвазионного вида на стоимость контроля учитывали особенности питания, размножения и размер вида; к увеличению показателя этого параметра вели всеядность, высокая плодовитость, мелкие размеры животных; 2М) при оценке влияния особенности местообитаний на стоимость контроля мы полагаем, что широкий спектр местообитаний и предпочтение урбанизированных экосистем увеличивают стоимость контроля; 3П) стоимость контроля в зависимости от путей инвазий увеличивалась в ряду: реинтродукция, саморасселение, преднамеренная интродукция, непреднамеренная интродукция; 4Ш) затраты на контроль в зависимости от обширности зоны инвазии увеличиваются с размером этой зоны; 5С) зависимость стоимости контроля и сложность мероприятий по управлению инвазионным процессом в зависимости от его стадии была показана ранее [2]: на поздних стадиях затраты существенно увеличиваются; 6В) степень вреда оценена по результатам, изложенным в очерках топ-100 [1], без учета издержек на контроль.

Кроме того, на затраты влияют стратегии контроля численности, которые, как правило, существенно различаются в населенных пунктах (Н) и в природных местообитаниях (П). В населенных пунктах часто применяют жесткие меры ограничения численности: строгие в отношении грызунов (серая и черная крысы, домовая и полевая мыши), особенно в постройках, щадящие в отношении животных вне построек (бобр обыкновенный, бродячая, енотовидная собака, енот-полоскун и др.). Управление популяциями млекопитающих проблемных видов в природных экосистемах слабо разработано. Оно возможно путем промысла. Во многих природных экосистемах достаточно ограничиться мониторингом состояния популяций инвазионных видов.

Затраты, зависящие от основных стратегий контроля численности, оценивали по следующим позициям: 1) можно ограничиться мониторингом (2 балла); 2) необходим мониторинг, но в регионах повышенной численности для ограничения численности рекомендована охота (3 балла); 3) необходим мониторинг, но при возникновении угроз человеку или экосистемам необходимо изъятие животных (4 балла); 4) как правило, рекомендовано изъятие животных (5 баллов).

На следующем этапе оценивали суммарный ущерб по семи позициям: ущерб водным экосистемам, наземным экосистемам, лесам, пастбищам, посевам, инфраструктурам, здоровью на-

селения и затраты на контроль. Каждую позицию оценивали по 3-балльной шкале. Дополнительно введен поправочный коэффициент на широту зоны экспансии (К), т. к. чем больше площадь вселения, тем больше объем причиненного ущерба, оцененный для всей территории России.

### Результаты и обсуждение

Итоги оценки затрат на контроль в баллах приведены в *табл. 1*. Эти затраты максимальны (35–39 баллов) для домовой мыши, серой и черной крыс, бродячих собак. На втором месте (29–30 баллов) полевая мышь и ондатра, на третьем (23–26 баллов) канадский бобр, енотовидная собака, американская норка и енот-полоскун.

По суммарному ущербу экосистемам, здоровью населения и затратам на контроль (не принимая пока в расчет различия в широте зоны экспансии конкретных видов) можно выделить три группы «видов-мишеней» (*табл. 2*): ущерб максимален (12–14 баллов) для домовой мыши, серой и черной крыс. На втором месте (по 8–9 баллов) бродячие собаки, енот-полоскун и канадский бобр, ондатра, енотовидная собака; на третьем (6–7 баллов) полевая мышь и американская норка.

Оценка ущерба на всей территории Европейской России должна учитывать широту распространения (коэффициент К). В этом случае инвазионные виды млекопитающих группируются по уровню причиняемого ими ущерба так: ущерб максимален (12–14 баллов) для домовой мыши и серой крысы; средний (6–9 баллов) для бродячих собак, ондатры и американских норок, невысокий (1,6–4,5 балла) для енотовидных собак, полевых мышей, черных крыс, канадских бобров, енота-полоскуна (*табл. 2*).

### Заключение

Использованный подход позволяет сделать лишь первую, приблизительную оценку ущерба от инвазионных видов млекопитающих. Это позволяет сравнить ущерб от разных видов и представить суммарный результат. Также весьма грубо можно оценить экономический ущерб в денежном выражении. Например, ущерб от крыс в США оценен в 27 млрд \$ в год [4]. Если пренебречь многими деталями и дать примерную оценку в денежном выражении, то 1 балл ущерба от крыс (по *табл. 2*, сумма черных и серых крыс)  $27 : (14 + 2,4) = 1,65$  \$ США в год. Тогда суммарный ущерб от 10 видов инвазионных млекопитающих можно оценить так:  $1,65 * 63,8 \approx 105$  млрд \$ США

в год. Нельзя также забывать, что от некоторых инвазионных видов млекопитающих человек получает пользу. Оценив эту пользу, можно принять более ответственное решение о целесообразности и размерах ограничения численности того или иного вида в том или ином регионе. Предложенный подход – лишь один из возможных вариантов, и авторы будут благодарны за любые конструктивные замечания.

**Благодарности.** Выполнено в рамках проекта РНФ 16-14-10323.

### Список использованной литературы References

**1. Дгебуадзе Ю. Ю., Петросян В. Г., Хляп Л. А.** (Ред.) 2018. Самые опасные инвазионные виды России (топ-100). М. Т-во научных изданий КМК. 688 с. [In Russian].

**2. Lodge D., Williams S., MacIsaac H., Hayes K. R., Leung B., Reichard S., Mack R. N., Moyle P. B., Smith M., Andow D. A., Carlton J. T., and McMichael A.** 2006. Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management. *Ecological Applications*, 16 (6): 2035–2054.

**3. Pimentel D., Zuniga R., Morrison D.** 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alieninvasive species in the United States. *Ecological Economics*. 52: 273–288.

**4. Pimentel D.** 2007. Environmental and economic costs of vertebrate species invasions into the United States. *Managing Vertebrate Invasive Species*, 38.

### Approaches to quantitative evaluation of the consequences of mammal invasions in Russia territory

*Khlyap L. A., Petrosyan V. G.*  
*A. N. Severtzov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia*  
*e-mail: khlyap@mail.ru*

A variant of expert assessment of economic damage to ecosystems and humans from invasive species is proposed. Quantitative scores obtained for 10 species of mammals from the list of 100 most dangerous invasive species in Russia: *Castor canadensis* Kuhl, 1820; *Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766; *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771), *Mus musculus* Linnaeus, 1758; *Rattus rattus* Linnaeus, 1758; *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769; *Canis familiaris* L., 1758; *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834); *Procyon lotor* (L., 1758); *Neovison vison* (Sch., 1777). Ex-post evaluation of the possible costs of control showed that they are maximum for *M. musculus*, *R. norvegicus*, *R. rattus* и *C. familiaris*. According to expert estimates in points, the maximum total damage to ecosystems and humans in Russia is caused by *R. norvegicus* and *M. musculus*. In second place are *C. familiaris*, *P. lotor*, *C. canadensis*, *O. zibethicus*, *N. procyonoides* in third *A. agrarius* and *N. vison*.

Key words. biological invasions, mammals, economic damage, expert assessment.