

УДК 591.525:595.7

© 1999 г. Е. Н. БЕЛЕЦКИЙ, ХАСАН МОХАМАД МАХМУД

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗА МАССОВЫХ РАЗМНОЖЕНИЙ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ

Методология – это с одной стороны совокупность методов исследования, применяемых в той или иной науке, с другой – учение о методе научного познания. Прогноз – научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления (Рабочая ..., 1982).

Прогноз массовых размножений базируется на теоретических представлениях о динамике популяций насекомых с учетом фундаментальных закономерностей процесса развития.

Существует два основных вида закономерностей – качественные (эволюционные) и количественные (динамические).

Для прогнозирования массовых размножений насекомых и других животных мы предлагаем использовать качественную (эволюционную) закономерность. Она, как известно (Гражданников, 1988), обладает следующими основными свойствами:

- упорядоченностью по определенному критерию;
- цикличностью (т. е. повторяемостью через разные промежутки времени);
- структурированностью (все элементы ряда соответствуют одному и тому же эволюционному масштабу, под которым понимается место в иерархической системе эволюционных форм).

Использование качественной закономерности при прогнозировании массовых размножений вредных насекомых согласуется с теорией устойчивости Р. Тома (Thom, 1972), которая базируется на исследовании развития биологических систем. Главный принцип этой теории состоит в том, что качественное объяснение явлений не есть что-то второстепенное к их количественному описанию (как зачастую принималось в современной науке), напротив, оно носит основополагающий характер и обычно является значительно более существенным.

Итак, массовые размножения мы определяем как закономерный автоволновой циклический процесс развития и функционирования популяций в пространстве и во времени, совершающийся синхронно с циклами окружающей среды (Белецкий, 1992). При этом особенно подчеркиваем внутреннюю активность популяций, как «сверхсложных» биологических систем с внутренне присущей им колебательной природой (Уидингтон, 1970; Пригожин, 1985; Пригожин, Стенгерс, 1986).

Существующие теории динамики популяций основаны на бессистемной парадигме, они в принципе отрицают системность как упорядоченность и цикличность массовых размножений насекомых, то есть их повторяемость через разные промежутки времени и возможность использования прогностической информации о солнечной активности для целей прогнозирования (Викторов, 1967; Арешников, Старостин, 1982; Поляков, Персов, Смирнов, 1984 и др.).

Практика разработки прогнозов, в России и Украине, на основе теоретических представлений о влиянии на насекомых одного или нескольких земных факторов потерпела неудачу. Практически за весь исторический период разработки прогнозов (1930–1998 гг.) ни один из них не оправдался!

В прогнозировании поведения и развития сложных систем, таких как популяции насекомых и других животных, важная роль принадлежит системному подходу. Необходимость его использования предопределена тем, что сам прогноз есть системное явление. Поскольку значение прогнозирования в экологии и защите растений растет, исследование его методологических оснований становится особенно актуальным (Природа ..., 1986).

Системный подход предполагает оценку взаимодействия как объекта прогноза (динамики популяций), так и прогнозного фона (средовых факторов), которые в свете современных представлений функционируют в переменном колебательном режиме, проявлением которого является цикличность или повторяемость событий и явлений в пространстве через разные промежутки времени (Максимов, 1989; Жирмунский, Кузьмин, 1990; Проблема ..., 1996).

Развитие науки, как многие другие процессы исторического развития в человеческом обществе, так же имеет циклический характер, проявляющийся в смене парадигм (Чижевский, 1924; Елфимов, 1983; Идлис, 1985; Зюганов, 1995; Проблема ..., 1996).

На первых стадиях цикла происходило накопление данных о закономерностях динамики популяций и массовых размножениях вредных насекомых с последующей их систематизацией (Кеппен, 1870, 1882, 1883), вторая стадия носила редуccionистский характер и была связана с эмпирической проверкой гипотез (Гиляров, 1982), а на третьей завершающейся стадии доминировало построение синтетических теорий целостного характера и оформление новой парадигмы (Викторов, 1967; Поляков, 1976; Максимов, 1984, 1989; Белецкий, 1992, 1993).

Освоение космического пространства, достижения космической биологии и экологии, послужили мощным фактором космизации естественных наук. За последние два десятилетия в отечественной и зарубежной литературе появилось огромное количество публикаций, подтверждающих, что радиационный режим местности, атмосферная циркуляция, метеорологические элементы погоды (температура, осадки, атмосферное давление и электричество) формируются под влиянием солнечной активности. С последней синхронизированы космические и трофические циклы, оказывающие непосредственное или опосредованное влияние на динамику популяций насекомых (Дружинин, 1987; Максимов, 1989; Белецкий, 1992, 1993; Трибель, 1998).

Направление космизации имеет важное методологическое значение, так как утверждает правомерность применения в экологическом прогнозировании системы принципов космическо-земных связей, системного подхода, принципа целостности и структурированности – как важнейших методов познания современной биологии (Аверьянов, 1985; Жирмунский, Кузьмин, 1990).

Космизация укрепляет связи между философией и естествознанием, поскольку этот процесс ведет ко все более адекватному отражению наукой объективно существующей всеобщей связи и взаимодействия, ко все более полному знанию о природе, а в таком знании, как известно, увеличивается применение основных законов и категорий философии, возрастает их методологическое значение (Анохин, 1978; Звонкова, 1987).

Для прогнозирования массовых размножений вредных насекомых важное методологическое значение имеет закон отрицания отрицания, характеризующий направление развития, единство поступательности и преемственности в развитии, возникновение нового и относительной повторяемости некоторых моментов старого. Закономерности повторяемости и закономерности возникновения нового – это закономерности некоторых общих свойств причинно-следственных связей (Елфимов, 1983).

Ф. П. Кеппен (1870) был, пожалуй, первым кто попытался повторимость массовых размножений саранчовых объяснить связью с солнечной активностью и её изменениями во времени. Однако подавляющее большинство экологов не приняло всерьез эту гипотезу, особенно среди отечественных специалистов, отрицавших эту эволюционную (качественную) закономерность без доказательств тесноты связи между названными процессами.

Мы восполнили этот пробел, выполнив ретроспективный анализ массовых размножений около 100 видов вредителей сельского и лесного хозяйства за продолжительный исторический период (табл. 1) в связи с солнечной активностью (СА).

Таблица 1

Массовые размножения насекомых – вредителей сельского и лесного хозяйства в различных регионах мира за период 1854–1985 гг.

Относительные частоты массовых размножений, %			Критерий значимости « χ^2 »	Вероятность случайности различия вероятностей, %
В годы резких изменений СА	Через 1 год после	В другие годы		
90,0	73,6	29,0	11,11	<0,5

Данные таблицы свидетельствуют о том, что частоты массовых размножений вредных насекомых в годы резких изменений СА и в другие годы, следующие за ним, в 2,5–3,3 раза превышают частоты в другие годы. При этом с вероятностью, превышающей 99,5%, можно утверждать о неслучайности совпадения большинства массовых размножений вредных насекомых с резкими изменениями СА.

Это справедливо и для отдельных видов вредителей, которые циклически дают вспышки массового размножения на огромной территории (табл. 2).

Массовые размножения некоторых вредителей в Украине в зависимости от солнечной активности (1854–1985 гг.)

Вид вредителя	Относительные частоты массовых размножений, %			Критерий значимости « χ^2 »	Вероятность случайности различия вероятностей, %
	В годы резких изменений СА	Через 1 год после	В другие годы		
Озимая совка	65	38	22	15,20	<0,1
Луговой мотылек	67	51	29	11,60	<0,5
Жук кузька	57	38	24	11,53	0,5

Действительно, частоты массовых размножений указанных вредителей в годы резких изменений СА в полтора – два раза превышают частоты в другие годы. При этом довольно высокими оказались критерии «хи-квадрат».

Таким образом, массовые размножения вредных насекомых синхронизированы с резкими изменениями солнечной активности, а это позволяет использовать эту качественную закономерность для разработки алгоритмов прогноза популяционных циклов на основе прогноза СА на несколько лет вперед.

Почему именно солнечной активности, а не других каких-либо геофизических факторов?

Дело в том, что земные процессы не обладают значительной памятью в силу того, что всякое возмущение в земных условиях очень быстро рассеивается. В условиях Земли, где процессы протекают при высоком молекулярном и турбулентном трении, не может быть естественных носителей информации. Наоборот, в космической плазме Солнца магнитные поля могут существовать очень долго, а их особенности могут прослеживаться десятилетиями. Например, две активные долготы на Солнце, в которых в основном наблюдаются хромосферные вспышки, существуют около 25 лет, а 11-летняя цикличность солнечной активности устойчиво прослеживается более 300 млн. лет (Дружинин, Сазонов, Ягодинский, 1974). Поэтому сверхдолгосрочный прогноз солнечной активности можно с успехом использовать для прогноза очередных массовых размножений вредных насекомых на несколько лет вперед (Белецкий, 1985, 1996).

При этом следует учесть, что популяции насекомых относятся к классу чрезвычайно сложных биологических систем (иногда называемых «сверхсистемами»), их поведение при воздействии на них возмущающих факторов (прогнозного фона) становится хаотическим и часто не поддается точному количественному прогнозу на современном уровне развития науки (Большаков, Кряжемский, Павлов, 1993).

Кроме того, замечательным свойством «сверхсложных» биологических систем, в том числе популяций насекомых, является наличие у них памяти, поведение системы зависит от её истории, поэтому для прогноза их поведения в будущем недостаточно сколь угодно подробно описать их состояние в данный момент времени (Николис, Пригожин, 1979; Пригожин, 1985, Пригожин, Стингерс, 1986; Logan, Allen, 1992). Отсюда следует ограничение, налагаемое на разработку количественных прогнозов динамики численности насекомых. Так, содержание в исходной количественной информации гипотетических составных частей, определяемое объективным характером, обеспечивает появление в предсказании элемента неопределенности. Как показал К.Гедль, во всякой формализованной системе остается неформализованный остаток (Ярская, 1972). Это важное теоретическое положение с внутренней логической стороны подчеркивает принципиально вероятностную природу всех видов прогнозов (Налимов, 1983; Пригожин, 1985).

Отсюда следует важнейший методологический вывод о необходимости сбора и систематизации экологических данных, или длинной серии временных рядов, или хроник массовых размножений за продолжительный период и, соответственно, прогнозного фона (космических данных) для предсказания возможных «сценариев» (Пригожин, 1985; Logan, Allen, 1992).

Учитывая важность этой проблемы, нами (Белецкий, 1992) создан банк данных о массовых размножениях основных вредителей сельского и лесного хозяйства в различных регионах мира за исторический период от 150–300 до 1000 лет (по вредным саранчовым, солнечной активности – с 1700 года, магнитной возмущенности – с 1868 года, засух в Украине, России, Казахстане, Западной и Восточной Европе за 1800 лет). Временные ряды массовых размножений являются основным источником информации для разработки алгоритмов многолетнего (стратегического) прогноза (на 5–10 и более лет) с учетом космического и

геофизического прогнозного фона. Многолетний прогноз, основанный на методологии системного подхода и теоретических представлениях неравновесной термодинамики и синергетики (Хакен, 1980) позволяет прогнозировать в будущем отдельные «сценарии» популяционных циклов, он позволяет ответить на вопрос: где и когда можно ожидать очередное массовое размножение того или иного вредителя. При такой технологии прогнозирования уточняется годичный прогноз и оправдываемость его достигает 90%, а это имеет важное значение для принятия оптимальных решений в защите растений с учетом охраны окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверьянов А. Н. Системное познание мира: методологические проблемы. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.
- Анохин П. К. Избранные труды / Философские аспекты теории функциональной системы. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
- Арешников Б. А., Старостин С. П. Вредная черепашка и меры борьбы с ней. – М.: Колос, 1982. – 288 с.
- Белецкий Е. Н. Резкие изменения солнечной активности и массовые размножения вредных насекомых // Солнечные данные. – 1985. – № 4. – С. 91–94.
- Белецкий Е. Н. Теория цикличности динамики популяций и методы многолетнего прогноза массового размножения вредных насекомых: Дис. ... д-ра биол. наук. – Х., 1992. – 285 с.
- Белецкий Е. Н. Теория цикличности динамики популяций // Изв. Харьк. энтомол. об-ва. – 1993. – Т. 1, вып. 1. – С. 5–16.
- Белецкий Е. Н. Экологический прогноз многолетней динамики популяций насекомых // Матер. междунар. семинара «Развитие системы межгосударств. особо охраняемых природных территорий». – К., 1996. – С. 22–24.
- Большаков В. Н., Кряжемский Ф. В., Павлов Д. С. Перспективные направления развития экологических исследований в России // Экология. – 1993. – № 3. – С. 3–16.
- Викторов Г. А. Проблемы динамики численности насекомых (на примере вредной черепашки). – М.: Наука, 1967. – 271 с.
- Гиляров А. М. Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций // Природа. – 1982. – № 9. – С. 96–103.
- Гражданников Е. Д. Экстраполяционная прогностика. – Новосибирск: Наука, 1988. – 144 с.
- Дружинин И. П. Долгосрочный прогноз и информация. – Новосибирск: Наука, 1987. – 356 с.
- Дружинин И. П., Сазонов Б. И., Ягодинский В. Н. Космос – Земля. Прогнозы. – М.: Мысль, 1974. – 286 с.
- Елфимов Г. М. Возникновение нового. – М.: Мысль, 1983. – 188 с.
- Жирмунский А. В., Кузьмин В. И. Критические уровни в развитии природных систем. – Л.: Наука, 1990. – 223 с.
- Звонкова Т. В. Географическое прогнозирование. – М.: Высшая школа, 1987. – 192 с.
- Зюганов Г. А. Россия и современный мир. – М.: ИИА «Обозреватель», 1995. – 96 с.
- Идлис Г. М. Революция в астрономии, физике и космологии. – М.: Наука, 1985. – 232 с.
- Кеппен Ф. О саранче и других прямокрылых из сем. Acridioidea преимущественно по отношению к России // Тр. Русск. энтомол. об-ва. – 1870. – Т. 5. – 232 с.
- Кеппен Ф. Вредные насекомые. Прямокрылые, жуки и перепончатокрылые. – СПб, 1882. – Т. 2. – 585 с.
- Кеппен Ф. Вредные насекомые. Бабочки, двукрылые и полужесткокрылые. – СПб, 1883. – Т. 3. – 486 с.
- Максимов А. А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз. – Новосибирск: Наука, 1984. – 250 с.
- Максимов А. А. Природные циклы: Причины повторяемости экологических процессов. – Л.: Наука, 1989. – 236 с.
- Напимов В. В. Анализ оснований экологического прогноза // Вопросы философии. – 1983. – № 1. – С. 108.
- Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации: Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
- Поляков И. Я. Логика этапов разработки проблемы прогнозов в защите растений // Тр. ВИЗР. – 1976. – Вып. 50. – С. 5–23.
- Поляков И. Я., Персов М. П., Смирнов В. А. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). – Л.: Колос, 1984. – 318 с.

- Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. – М.: Наука, 1985. – 327 с.
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
- Природа моделей и модели природы / Под ред. Д. М. Гвишиани, И. Б. Новика, С. А. Пегова. – М.: Мысль, 1986. – 270 с.
- Проблема восприятия современным обществом основных понятий экологической науки / В. Н. Большаков, С. В. Криницын, Ф. В. Кряжемский, Х. П. Мартенс Рика // Экология. – 1996. – № 3. – С. 165–170.
- Рабочая книга по прогнозированию / Под ред. И. В. Бестужева-Лада. – М.: Мысль, 1982. – 133 с.
- Трибель С. А. Методы прогноза и пути их совершенствования // Защита и карантин растений. – 1998. – № 10. – С. 34–35.
- Уддингтон К. Х. На пути к теоретической биологии. 1. Прологомены. – М.: Мир, 1970. – С. 11–38.
- Хакен Г. Синергетика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 404 с.
- Чижевский А. Л. Физические факторы исторического процесса. – Калуга, 1924. – 72 с.
- Ярская В. Н. Принципы развития и научное предвидение: Изд-во Саратовск. ун-та, 1972. – С. 120–129.
- Logan I. A., Allen I. C. Nonlinear dynamics and chaos in insect populations // Ann. Rev. Entomol. – 1992. – V. 37. – P. 455–477.
- Thom R. Stabilité structurelle et Morphogenèse. – Massachusetts: Benjamin, Reading, 1972. – 362 p.

Харьковский государственный аграрный университет

Ye. N. BELETSKIY, HASSAN MOHAMED MAHMOUD

METHODOLOGY OF FORECASTING MASS REPRODUCTIONS OF PESTS

Kharkov State Agrarian University

S U M M A R Y

The main aspects of methodology of forecasting mass reproductions of pests are considered.