

УДК 577.4

МАТЕРИАЛЫ К СОСТАВЛЕНИЮ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ

С. С. Шварц

Успехи науки и неуклонный рост численности научных кадров заставляют с особым вниманием отнестись к вопросам планирования исследований. Определение центров кристаллизации новых идей и наиболее перспективных направлений создает предпосылки рационального размещения специалистов и использования материальных ресурсов.

Обобщение опыта развития экологии в Советском Союзе привело автора к убеждению о возможности и целесообразности прогнозирования одного из важнейших разделов экологии — популяционной экологии.

Естественно, что предлагаемый прогноз является сугубо предварительным, он подлежит и исправлению, и дополнению, и конкретизации. Однако автор позволяет себе надеяться, что этот прогноз может оказаться полезным как при составлении более общего прогноза по развитию всего комплекса экологических дисциплин, так и при прогнозировании тех разделов экологии, которые имеют непосредственное отношение к практике (реконструкция ландшафтов, строительство искусственных ландшафтов, промышленное дело, рыбное хозяйство, защита растений, регуляция численности переносчиков трансмиссивных заболеваний и др.).

1. ВВЕДЕНИЕ

а. Современное состояние популяционной экологии характеризуется ясным представлением о популяции как элементарной форме существования вида. Процесс приспособления вида к специфическим условиям среды в конечном итоге сводится к формированию популяции, характеризующейся определенным свойством целого, которое не может быть сведено к свойствам слагающих популяцию индивидов. Установлено, что популяция — сложное структурное единство, состоящее из хорологических группировок животных, функционирующих как единое целое. Вместе с тем, как популяция в целом, так и внутрипопуляционные хорологические единицы характеризуются биологически целесообразной экологической и генетической разнородностью. В соответствии с этим любая популяция может быть охарактеризована на основе морфофизиологической специфики слагающих ее животных и изучения ее экологической и генетической структуры.

б. Системные свойства популяции в значительной степени влияют на морфофизиологические особенности животных, что, в свою очередь, по принципу обратной связи, отражается на системах. Развитие этих представлений привело большинство экологов и биологов широкого профиля к утверждению о самостоятельности популяционного уровня интеграции жизни в иерархическом ряду: молекулярные субклеточные процессы — уровень клетки — организм — популяция — биогеоценоз — биосфера.

в. Исследования основных проявлений жизни на популяционном уровне позволили установить важные закономерности: зависимость динамики численности от изменений популяционной структуры; взаимосвязь генетической и экологической структуры популяции; зависимость динамики основных физиологических показателей отдельных животных разных возрастных групп от состояния популяции в целом; изменение популяционных свойств вида при изменении условий среды; характер внутри- и межпопуляционных связей; изменение пространственной структуры популяции при изменении численности вида и др. Установи-

лась связь популяционной экологии с популяционной генетикой, что открывает новые перспективы в развитии обеих дисциплин.

г. Учение о популяции стало центральным разделом экологии животных, а в последнее время популяционные идеи стали внедряться и в экологию растений. Популяционная экология в основном завершила первый этап своего развития — этап первоначального накопления материалов и формулирования общих теоретических положений.

д. Анализ современного состояния экологии позволяет предвидеть, что следующее двадцатилетие будет периодом создания развернутой экологической теории, основным содержанием которой явится синтез идей популяционной экологии и биогеоценологии. Это позволит разработать **экологические основы природопользования и общей стратегии поведения человека эпохи всеобщей индустриализации в природе.** Этой главной задаче должны быть подчинены все частные экологические исследования рассматриваемого периода.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГРЕССА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ближайшее десятилетие следует ожидать значительного совершенствования методов экологических исследований. Автоматическая маркировка животных, маркировка радиоизотопами, телеметрия, дистанционное наблюдение за физиологическим состоянием животных, учеты численности с самолетов и вертолетов, приборы ночного видения и т. д. войдут в повседневную практику полевой работы экологов. Следует ожидать и значительно более широкого применения физиологической и биохимической техники при решении экологических задач (автоматическое определение уровня энергетического обмена, экспресс-методы определения содержания витаминов и микроэлементов в тканях, совершенные методы определения гормонального состояния животных в природе и т. п.).

Следует подчеркнуть, что в рассматриваемый период можно ожидать и психологических сдвигов в сознании экологов в отношении применения в практической работе сложных технических средств исследования, значительно упрощающих практическую реализацию теоретических идей. Так, например, электрофорез белков плазмы крови дает возможность быстро и точно определить зоны интерградации морфофизиологически своеобразных популяций; метод морфофизиологических индикаторов, дополненный современными методами определения гормонального состояния животных на разных стадиях жизненного цикла популяции, позволяет прогнозировать изменение численности вида на больших территориях с минимальной затратой сил и средств; определение динамического полиморфизма (в том числе и на кариологическом и эпигенетическом уровнях) в пределах отдельных поселений животных, а также изучение проявления полиморфизма в разных возрастных группах создают предпосылки для анализа внутри- и межпопуляционных перемещений животных и экологической продолжительности их жизни.

Эти и аналогичные вопросы имеют первостепенное практическое значение, но большинство из упомянутых методов не разработано с той конкретностью, которая позволяла бы внедрить их в производство. Совершенствование этих методов и их адаптирование к нуждам экологов-практиков — весьма важная задача, и она должна быть решена в ближайшие 3—5 лет силами преимущественно академических учреждений и университетов. В дальнейшем эта работа должна проводиться силами

производственных и научно-практических учреждений. Этому обстоятельству следует придавать особое, принципиальное значение.

Конкретизация хорошо разработанных методов применительно к местным условиям или специфическим задачам определенной отрасли производства не должна входить в число главных задач академических учреждений или университетов, которые в большинстве случаев не в состоянии ее выполнить. Этому препятствует сама структура научного учреждения. Относительно небольшое число сотрудников высшей квалификации, входящих в состав хорошо оснащенных современным оборудованием лабораторий, могут успешно решать определенную теоретическую проблему и разрабатывать приемлемую для производства методику ее исследования. Но эти лаборатории, в силу малочисленности своего персонала, не могут уточнить разработанную методику применительно к условиям различных производств и хозяйств. Проиллюстрируем это примером.

Лаборатория разрабатывает методику определения возрастной структуры популяций животных с применением всего арсенала своих методик (динамика основных морфофизиологических показателей, скорость роста, кариологические показатели, характер изменений пропорций черепа при изменениях скорости роста, изменение зубной системы, вес хрусталика глаза, развитие тимуса, митотическая активность тканей, биохимические изменения в клетках и тканях). На основе изучения модельной популяции отбираются наиболее удобные методы, позволяющие определить возрастную структуру популяций животных с необходимой для практики точностью. Следующий этап работы заключается в конкретизации метода применительно к задачам определенной производственной организации. Изменяется не только цель работы, но и ее масштаб. Для ее решения в структуре практических организаций (промохотхозяйства, станции защиты растений, службы прогнозов в органах сельского хозяйства и здравоохранения и др.) должны быть созданы подразделения, аналогичные заводским лабораториям. Это, в свою очередь, настоятельно требует подготовки биологов-инженеров различных специальностей. До тех пор пока эта задача не будет решена, научно-технический прогресс в тех отраслях практики, которые связаны с природопользованием, может быть лишь ограниченным и локальным. Поэтому разработка системы подготовки кадров биологов-инженеров (в том числе и разработка программы их подготовки) должна рассматриваться в качестве одной из основных задач экологии на ближайший период. Эта задача должна быть в основном решена к 1980 г.

3. НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, РАЗРАБОТКА КОТОРЫХ В НАИБОЛЬШЕЙ СТЕПЕНИ МОЖЕТ СОДЕЙСТВОВАТЬ РАЗВИТИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ВНЕДРЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВО

а. Конкретизация установленных ранее закономерностей применительно к отдельным видам и группам животных. Развитие общей теории популяционной структуры вида применительно к доминирующим формам из различных биомов. Конкретное описание популяционной структуры важнейших видов в ее динамике в пространстве и во времени.

Создание рабочей экологической классификации важнейших в хозяйственном отношении видов животных. В основу экологической классификации должна быть положена популяционная структура вида. Исходя из достаточно хорошо обоснованных представлений о популяции как об элементарном объекте промысла и элементарном очаге воспроизводства

вредных форм, можно утверждать, что успех любых мероприятий, связанных с эксплуатацией биологических ресурсов, в значительной мере определяется адекватными представлениями о популяционной структуре важнейших видов. Поэтому создание экологической классификации для важнейших групп животных должно быть отнесено к числу важнейших первоочередных задач экологии.

б. Углубленное изучение динамики экологической структуры популяций разных видов в разных условиях среды. Изучение механизмов регуляции основных популяционных явлений: возрастного состава популяций, воспроизводства и смертности в разных возрастных группах, внутри- и межпопуляционных перемещений, изменений пространственной структуры популяции и т. п.

Развитие исследований в указанных направлениях целесообразно подчинить решению еще более общей научной задачи, имеющей первостепенное практическое значение: определение потенциального «экологического резерва» популяций разных видов в разных условиях среды. Частный вопрос этой проблемы сводится к определению минимальной численности популяции оптимальной структуры, при которой популяция сохраняет способность восстанавливать численность до биоценологического оптимума в течение одного сезона размножения. Можно надеяться, что поиски оптимальной численности и оптимальной структуры популяций явятся в ближайшее десятилетие одной из наиболее интенсивно разрабатываемых задач экологии. Проведение этой работы создает предпосылки для разработки оптимальной стратегии и промысла, основанной на изменении не только численности вида, но и динамики его популяций. Это создает возможность внедрить в производство перспективное и межобластное планирование заготовок важнейших видов, позволит увеличить объем заготовок при поддержании оптимального состояния популяций. Определение «экологического резерва» разных видов в разных условиях среды должно стать основной задачей экологии на ближайшие годы.

в. Изучение географической изменчивости экологических особенностей важнейших видов животных разных таксономических групп. Изменчивость динамики численности и основных проявлений динамики структуры популяций.

Полученные данные послужат основой для дифференцированного подхода к проведению любых мероприятий, связанных с использованием биологических ресурсов животного происхождения. Особое внимание в первое десятилетие должно быть уделено разработке практически реализуемой методики определения популяционных границ и разработке подробных и точных методик построения краткосрочных и долгосрочных прогнозов численности отдельных видов и состояния их популяций. Это даст возможность установить потенциальные возможности популяций и возможности их приспособления к изменению среды, которая вызывается антропогенными воздействиями.

Можно предвидеть, что эта задача будет решена на основе комплексных критериев: собственно экологических (в первую очередь — тип динамики численности), генетических (с помощью генетических маркеров) и биохимических.

г. Изучение метаболической регуляции популяционных явлений и процессов и разработка принципиально новых методов регуляции численности животных в природе.

Исследования последних лет, проведенные в разных странах, показали, что выделяемые в среду продукты жизнедеятельности животных (метаболиты) работают в качестве сигналов, регулирующих скорость вос-

производства популяции, скорость роста и развития слагающих популяцию животных и другие процессы.

По понятным причинам, большинство этих исследований выполнены на водных животных (рыбы, личинки амфибий и насекомых, моллюски). Но имеются данные, показывающие, что принципиально тождественная система регуляции популяционной динамики (в том числе и изменение ее пространственной структуры) работает и в популяциях наземных животных. Регуляция популяционных явлений подобного типа основана на «метаболической сигнализации»: метаболиты животных разных возрастных стадий развития, разного физиологического состояния и т. п. специфичны. Эта специфичность регистрируется другими членами популяции и воспринимается ими в качестве сигналов, определяющих их поведение (в широком смысле слова). Сходный механизм используется животными и для определения плотности популяций.

Всестороннее исследование этих явлений не только представляет теоретический интерес, но имеет и основополагающее практическое значение. Если метаболическая сигнализация популяционных явлений для тех или иных видов будет изучена с необходимой детализацией и будет найден «химический код» этой сигнализации, то появится возможность использовать ее для управления динамикой численности животных в природе.

В конечном итоге на этой основе должна быть разработана система регуляции численности отдельных видов, характеризующаяся высшей степенью избирательности действия и поэтому, в противоположность химическим и бактериологическим методом борьбы с вредителями, абсолютно безопасными для биоценоза.

Работу в этом направлении следует построить таким образом, чтобы к 1990 г. из системы борьбы с вредными формами химические и бактериологические методы были полностью исключены. Поэтому одной из главных тем на рассматриваемый период следует считать «популяционные механизмы регуляции численности животных». Теория вопроса должна быть разработана в основном к 1980 г., чтобы в последующее десятилетие довести до возможного совершенства новые методы борьбы с вредными формами.

д. Развитие исследований по изучению закономерностей популяционной регуляции биогеоэкологических процессов. Изучение относительной роли собственно биогеоэкологических и популяционных механизмов поддержания биологического равновесия в природе. Разработка методов поддержания биологического равновесия экологических систем разных рангов в биомах и биогеоценозах разных типов в процессе их хозяйственного освоения при различных системах эксплуатации природных ресурсов. Изучение «помехоустойчивости» биогеоценозов разных типов на экспериментальных и математических моделях. Подготовка материалов к генеральному планированию хозяйственного освоения отдельных геосистем, характеризующихся преобладанием биоценозов разных типов.

Важнейшее значение эта работа имеет для субарктических и высокогорных регионов, а также для регионов, в пределах которых естественные биогеоценозы нарушены в наибольшей степени.

Особое внимание должно быть уделено разработке методов повышения продуктивности и устойчивости экологических систем путем регулирования и направленного изменения их видового состава. Основа этой работы заключается в изучении роли доминирующих видов, характеризующихся совершенной системой популяционного гомеостаза, в поддержании биоэкологического равновесия. В разработке этой проблемы реша-

ющее значение будет иметь синтез идей популяционной экологии и биоценологии.

е. Математическое моделирование популяционных процессов. Использование уже хорошо изученных механизмов, управляющих популяционной динамикой отдельных видов в целях долгосрочного прогнозирования изменений их численности и для определения потенциальной интенсивности воспроизводства популяций, а также способности популяции противостоять неблагоприятному сочетанию внешних факторов (для промысловых видов — выдерживать промысловую нагрузку предельной интенсивности), в значительной степени затрудняется комплексным, а нередко и противоречивым влиянием среды на популяции и экологические системы. Эти трудности могут быть преодолены путем математического моделирования важнейших популяционных процессов.

В первые годы рассматриваемого периода следует предусмотреть интенсивную разработку моделей отдельных популяционных явлений: скорости распространения в популяции отдельных генов при заданной динамике ее численности, изменения возрастной структуры при различной динамике численности видов или различной скорости воспроизводства популяции, зависимости скорости обновляемости популяции при изменении скорости созревания животных разного пола или при повышении плодовитости отдельных возрастных групп, зависимости динамики популяции от продолжительности жизни слагающих популяцию особей, влияния межпопуляционных контактов разной интенсивности на численность и структуру популяций.

Можно полагать, что к 1980 г. математические методы перечисленных явлений и процессов будут разработаны. Параллельно с этим следует ожидать дальнейшей работы по моделированию динамики популяций по упрощенной, сильно идеализированной схеме. Это создаст предпосылки для решения более сложной задачи — моделирования динамики реальных популяций в системе реальных биогеоценозов. Следует стремиться в течение ближайших 10 лет довести эти работы до такой степени конкретности, которая необходима для внедрения математического моделирования популяционных явлений в производство.

ж. Исследование экологических механизмов эволюционного процесса. Воздействие человеческой деятельности на природные экологические системы заключается в изменении структуры биогеоценозов и численности отдельных видов. Различные проявления этих процессов достаточно хорошо изучены, по крайней мере на феноменологическом уровне. Однако до сих пор почти не учитывалось, что изменение среды, в особенности связанное с внесением в нее химических веществ, обладающих мутагенным действием, или локальное повышение фона проникающей радиации вызывают повышение изменчивости организмов, следствием чего является возникновение форм с новыми свойствами. Этот процесс по существу не изучен, но хорошо известно следствие — применения ядохимикатов (возникновение ядостойких форм) — не позволяет сомневаться в его реальности. Анализ этих явлений приводит к заключению, что эволюционное преобразование популяционных свойств животных происходит со скоростью, которую не учитывают господствующие в настоящее время эволюционные представления.

Изменение экологической структуры популяции (в том числе и изменение численности) ведет не только к генетическому дрейфу, к случайному изменению частоты встречаемости разных генотипов, но и к направленному преобразованию генетического состава популяции (экологические механизмы эволюционного процесса). Всестороннее изучение этих закономерностей создает предпосылки для разработки теории уп-

равления качественным составом популяции, что, по понятным причинам, будет означать принципиальный прогресс не только в природопользовании, но и в ряде производств, оказывающих на состояние природной среды особо сильное воздействие. Можно полагать, что изучение экологических механизмов эволюционного процесса, исследование взаимосвязи между экологической и генетической структурой популяции животных явятся новым и интенсивно развивающимся разделом эволюционной экологии, итогом которой будет создание развернутой теории управления не только количественным, но и качественным составом популяций, а в обозримый период времени (1980—1990) — разработка конкретных методов направленного изменения экологической и генетической структуры природных популяций важнейших видов.
