ПЯТАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
(Доклады)

Издательство Московского университета
1973

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

С.С.Шварц

(Институт экологии растений и животных,
г.Свердловск)

1. Основная задача экологии - изучение законов, управляющих жизнью организмов и их комплексов в природных условиях. Различные определения сущности экологической науки (наука о взаимоотношении организма со средой, наука об адаптациях, наука о структуре природы, наука о биологических макросистемах, наука о среде обитания животных и человека и т.п.) и ее подразделение на дочерние дисциплины ("факториальная экология", популяционная экология, аутэкология - синэкология, биоценология, биогеоценология и т.п.), отражают различные подходы исследователей к решению указанной задачи, но ей не противоречат. Поэтому в настоящее время представляется наиболее важным выделение основных разделов экологии и определение их главных проблем.

2. Классическое разделение экологии на аутэкологию (центр изучения - вид) и синэкологию (центр изучения - природные комплексы) верно отражает указанную главную задачу. Однако детальное изучение всех видов животных и всех типов природных комплексов принципиально невозможно. Поэтому решение стоящих перед экологией практических задач требует интенсификации развития экологической теории. Этому требованию в большей степени отвечает разделение экологии на учение о действии констелляции природных факторов на организм животных (условный термин - "факториальная экология", учение о факторах среды), популяционную экологию и биогеоценологию. Так как любой вид осваивает среду в форме популяций, то популяционная экология может быть рассматриваема как теория аутэкологии. Теоретическим содержанием синэкологии является биогеоценология. Ниже рассматриваются некоторые из основных задач указанных глав.

3. Основные задачи изучения реакций животных на изменение условий среды в значительной степени определяются их видовой спецификой. В качестве общих задач, имеющих значение при изучении экологии любого вида выделяются следующие:

а) Изменение отношения животных к определенному фактору среды при изменении других факторов или их констелляции. Особое значение имеет исследование изменений потребности в количестве и качестве пищи на разных возрастных стадиях развития при изменении температуры, давления, влажности в зависимости от видовой и популяционной специфики обследуемых форм.

Точность исследований должна быть значительно повышена. Внимание эколога должно быть привлечено к изучению аминокислотного состава потребляемых белков, химического строения углеводов и жиров и т.п.

б) Изучение влияния определенных условий развития на формирование морфофизиологических свойств животных разного пола и возраста.

в) Изучение последействия своеобразных условий развития животных молодого возраста.

4. Популяционная экология:

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 её 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, а также на основе 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 свойствах системы. 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 - биогеоценология - биосфера.

в) Исследования основных проявлений жизни на популяционном уровне привели к установлению важных закономерностей: 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. Установилась связь популяционной экологии с популяционной генетикой, что открывает новые перспективы в развитии обеих дисциплин.

При изучении перечисленных вопросов представляется целесообразным уделить максимальное внимание следующим проблемам.

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.

Углубленное изучение динамики экологической структуры популяций разных видов в разных условиях среды. Изучение механизмов регуляции основных популяционных явлений: возрастного состава, воспроизводства и смертности в разных возрастных группах, внутри- 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 и оптимальной структуры, при которой популяция сохраняет способность восстановить численность до биоценотического оптимума в течение одного сезона размножения. Можно надеяться, что определение оптимальной численности и оптимальной структуры популяций явится в ближайшее десятилетие одним из наиболее интенсивно разрабатываемых разделов экологии. Проведение этой работы создаст предпосылки для разработки оптимальной стратегии промысла основанной не только на изменении численности вида, но и динамике его популяций. Это создаст возможность внедрить в производство перспективное и межобластное планирование заготовок важнейших видов, что 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.

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 значение имеет развитие исследований по 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 определить потенциальные возможности популяций и возможности их приспособления к изменению среды, которые вызываются 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), биохимических.

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 воспроизводства, роста и развития, слагающих популяцию животных.

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 представляет не только теоретический интерес, но имеет и основополагающее практическое значение. Если "метаболическая сигнализация" популяционных явлений для определенных видов будет изучена с необходимой детализацией и будет определен "химический код" этой сигнализации, то возникает 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 методам борьбы с вредителями, абсолютно безопасными для биоценозов.

4. 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, а также для определения способности 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. Первоначально следует предусмотреть интенсивную разработку моделей отдельных популяционных явлений: скорость распространения в популяции отдельных генов при заданной динамике ее численности, изменение возрастной структуры при различной динамике численности видов или различной скорости воспроизводства, зависимость скорости обновляемости при изменении скорости созревания животных разного пола или при повышении плодовитости отдельных возрастных групп, зависимость динамики популяции от продолжительности жизни слагающих её особей, влияние межпопуляционных контактов разной интенсивности на численность и структуру популяций. Параллельно с этим следует стремиться к дальнейшему развитию работ 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 той степени конкретности, которая необходима для внедрения математического моделирования популяционных явлений в производство.

5. Теории биогеоценологии была посвящена в последние несколько лет серия статей и книг. Поэтому я ограничиваюсь лишь вопросами, представляющими интерес с позиций теории общей экологии.

а) Согласно развиваемым нами представлениям, в значительной степени основанным на идеях В.Н.Беклемишева, И.И.Шмальгаузена и В.Н.Сукачева, дальнейшее развитие теории биогеоценологии должно исходить из двух основных положений.

Биогеоценоз - целостная система интеграции видовых популяций.

Широко распространенное представление о принципиальной равнозначности всех членов биогеоценоза ошибочно. Принципиальная структура биогеоценоза: биогеоценотическое ядро (определяет тип биогеоценоза, его продуктивность и общий ход динамики процессов накопления биомассы и ее распада) и виды - сателлиты (их жизнедеятельность подчиняется жизнедеятельности ядра; в свою очередь определяют эффективность биогеоценотической работы ядра). Интеграция видовых популяций в биогеоценоз происходит в процессе синэволюции.

б) Поддержание биогеоценотического равновесия осуществляется двумя принципиально разными механизмами: собственно биогеоценотическими и популяционными. Изучение их относительного значения в биогеоценозах разных типов является одной из основных задач современной экологии. Параллельно с этим представляется особо важным интенсифицировать исследования в следующих направлениях.

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 биогеоценозов разных типов. Особое значение имеет эта работа 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 биоценотического равновесия. В разработке этой проблемы решающее значение будет иметь синтез идей популяционной экологии и биогеоценологии.

6. Развитие теории биогеоценологии в значительной степени тормозится недостаточной изученностью некоторых частных вопросов. Ниже перечислена серия подобных вопросов (БГЦ = биогеоценоз). Можно надеяться, что накопление материалов в указанном плане создает основу для принципиального прогресса теории биогеоценологии.

БГЦ - ядро и виды-сателлиты. Вес "ядра"в системе БГЦ. Изменение работы БГЦ при изменении численности и набора сателлитов. Изменение функционального положения БГЦ в биосфере при изменении видового состава или численности ядра.

Примеры дезорганизации БГЦ (существенное изменение трофических связей и т.п.) при резком изменении среды (крайние отклонения от средних многолетних...) или при внедрении в БГЦ нового вида (кролик в Австралии, ондатра ...).

Примеры изменения конкурентоспособности видов при изменении общей структуры БГЦ.

Примеры: сильный вид при изменении среды не выдерживает конкуренции со слабым противником.

Степень и механизмы координации работы функциональных подсистем БГЦ.

Близкие виды (формы), но разной степени экологической валентности; какую роль в динамике их численности играют факторы зависящие от плотности.

Сравнительные темпы размножения хищника-монофага и его жертвы; хищника-полифага и его жертв. Относительная роль популяционных резервов у моно- и полифагов.

Запас численности у видов разных экологических групп в разной среде. Запас - это тот излишек особей, который не нужен для максимально допустимой численности к началу сезона размножения.

На хорошо изученных примерах показать какую долю добычи могут снять специализированные хищники и "случайные враги". Примеры совершенно неожиданных врагов. Какую роль в питании хищника играют случайные жертвы.

Многочисленная жертва имеет одного многочисленного врага или несколько врагов - хищников сходного кормового режима, но разного типа динамики численности. Каков будет тип динамики численности жертвы? Эта же ситуация, но "уровень жертвы" состоит из нескольких видов. В БГЦ разной степени сложности (больше случайного корма и случайных врагов).

Степень стабильности численности, биомассы и трофической активности не отдельных видов, а трофического уровня в целом? Примеры.

Какую часть добычи может (теоретически и реально) снять хищник при разном уровне его численности? В течение года? В отдельные периоды года?

Продуктивность БГЦ сходной структуры, но доминанты физиологически резко различны (напр. гомотермный - пойкилотермный) или тратят резко различную энергию на "регуляторные активности".

Характер проявления наиболее общих физиологических реакций (напр. зависимость скорости роста или развития от т-ры) у видов разных таксономических групп одного БГЦ. Проявление этой зависимости в разных географических зонах. Связь с физиологическими особенностями вида - доминанта. Напр. фенологические и физиологические реакции сосны и связанных с сосной видов насекомых или грызунов... Желательно установление физиологической основы сходства фенологических реакций. Особый интерес представляют случаи, когда фенология вида-доминанта определяется не только внешними условиями, но и, главным образом, историей становления его ареала.

Зависимость конкретных проявлений динамики численности от степени стабильности биотической и абиотической среды.

Синхронное, или несинхронное изменение численности видов одного БГЦ. Характер связи между этими видами. Особенно интересны примеры синхронного изменения численности видов, между которыми явной связи нет.

Примеры несинхронного изменения численности соседних популяций.

Синхронное изменение численности видов на громадных территориях. Желательно точно обозначить границы этих территорий.

Абсолютная численность вида для больших территорий и конкретный диапазон ее изменений.

Примеры крайней стабильности численности вида в разных климатических зонах.

Ведет ли существенное изменение численности явно доминирующего вида к изменению внутрипопуляционной изменчивости видов высших и низших трофических уровней. Как оно отражается на степени видового разнообразия трофических уровней? Не изменяется ли состав доминантов (в численном выражении)?

Конкретные примеры экологических пирамид. Структура пирамид с разным разнообразием уровней.

Возможность параллелизма экологических явлений на разных уровнях биологической интеграции. Разнородность - популяции, БГЦ ...

Примеры эволюции при неизменной среде.

Как использует вид ресурсы в насыщенных и ненасыщенных БГЦ? В разных географических условиях? В зависимости от разнообразия верхних и нижних трофических уровней.

Сукцессия и эволюция БГЦ. В чем особенности вторичной сукцессии (болото-озеро-болото-озеро, вырубка-...)? Примеры. Болото-стадия и болото-климакс, в чем разница?

КПД использования энергии в сопоставлении с уровнем системности разных организмов на разных стадиях онтогенеза. Действительно ли "уровень системности" возрастает не только в филогенезе, но и в онтогенезе? КПД отдельных энергетических звеньев в организмах разного уровня системности (сопровождается ли повышение системности энергетическим выигрышем хотя бы на нижних уровнях). Нет ли разницы в этом отношении между видами разных зон, ведь в тропиках экономия энергии менее существенна. Как проверить: лишь на основе экономии энергии возможно повышение системности.

7. Анализ 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. Этой главной задаче должны быть подчинены все частные экологические исследования современного периода.