

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького

ИОНЦ «Экология и природопользование»

Биологический факультет

Кафедра экологии

Ф.В. Кряжимский

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕМОГРАФИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Екатеринбург

2007 г.

Учебное пособие разработано в рамках создания учебно-методического комплекса по направлению ИОНЦ «Экология и природопользование» «Экологическая демография человека». В нем дается последовательность тем курса, соответствующая лекционному материалу (18 часов). В рамках курса рассматриваются новые подходы к демографии человека с позиций экологии человека как дисциплины, направленной на изучение взаимодействия человека со средой на разных уровнях организации систем «человек-среда». Надорганизменный уровень, аналогичный популяционному уровню других видов, имеет для человека, как социального существа, наиболее важное значение. Поэтому в рамках курса рассматривается сходство и различия надорганизменных систем человека с популяционными системами других видов, дается представление о приспособленности и адаптациях человека, рассматриваются современные подходы и методы популяционной демографии, прослеживается динамика численности людей, их демографические характеристики, а также рассматривается современная ситуация.

Оглавление

	Стр.
Введение	4
Глава 1. Общая экология и экология человека	6
Контрольные вопросы	13
Глава 2. Прогрессивная биологическая эволюция и человек	14
Контрольные вопросы	17
Глава 3. Адаптации человека на уровне организма	18
Контрольные вопросы	25
Глава 4. Основная адаптация человека - культура - проявляется на надорганизменном уровне	26
Контрольные вопросы	32
Глава 5. Основные характеристики биологических систем популяционного ранга	33
Контрольные вопросы	44
Глава 6. Основы популяционной демографии	45
Контрольные вопросы	49
Глава 7. Видовая структура человека	50
Контрольные вопросы	66
Глава 8. Динамика численности человечества	67
Контрольные вопросы	71
Глава 9. Современный этап: достоинства и вызовы.	72
Контрольные вопросы	74

ВВЕДЕНИЕ

Объектами изучения современной общей экологии являются экологические системы разного уровня организации. Эти системы - динамические и открытые (т.е. обменивающиеся веществом, энергией и информацией с внешним окружением), обязательно включают в себя живые подсистемы, взаимодействующие друг с другом и с неживыми, т.е. неорганическими подсистемами (абиотической средой). Живые компоненты играют в экологических системах ведущую, активную роль, производя работу по удержанию всей системы в состоянии, далеком от «теплого хаоса». Именно поэтому в современной общей экологии структурно-иерархические уровни экологических систем выделяются в соответствии с уровнями организации биологических подсистем, начиная с уровня индивидуума.

Системная иерархия лежит в основе классификации основных направлений современной экологии (см. рисунок): экологическая физиология (факториальная экология, аутэкология), популяционная экология (демэкология), экология сообществ (биоценология, синэкология), являющаяся подразделом биогеоценологии, и, наконец, глобальная экология.

Кроме такого функционального (или экологического) подразделения живых систем, существует и другой, давний, принцип расчленения живой

материи на Земле – эволюционно-систематический. Подразделение жизни на Земле в соответствии с тем, какой из основных атрибутов живой материи принимается за основу, соответствует основным направлениям биологической науки – экологическому и эволюционно-систематическому. Нет нужды говорить, что ни одно из направлений не существует без другого.

В соответствии с эволюционно-систематическим расчленением жизни можно говорить об «экологии растений» и «экологии грибов», или об «экологии волка» и «экологии озерной лягушки». Если мы выделяем экологию отдельного таксона (например, биологического вида – основной единицы эволюционно-систематического расчленения живой природы) в качестве самостоятельного раздела экологической науки, то в соответствии со структурой современной общей экологии его необходимо рассматривать на разных уровнях иерархии. Экология любого вида должна подразделяться на его экологическую физиологию, популяционную экологию, исследования биогеоценотической роли вида и, наконец, его глобальных (биосферных) функций.

Функционально-экологическое разбиение живых систем не отменяет и не заменяет эволюционно-систематического; объекты рассмотрения экологии всегда действуют в соответствии с их историей, местом в эволюционном ряду.

Глава 1. Общая экология и экология человека.

В соответствии с вышесказанным под экологией человека следует понимать синтетическую научную дисциплину, выросшую из современной общей экологии и лежащую в русле ее. Здесь мы солидарны с известным отечественным антропологом В.П. Алексеевым, который определял экологию человека как специальную экологию, т.е. экологию биологического вида *Homo sapiens*, занимающего вполне определенное место в эволюционно-систематической классификации. Если так, то предметом внимания экологии человека должны являться *экологические системы разного уровня организации*, в которых место центральных (ведущих) подсистем занимает системы, в которые организован вид «человек разумный».

Исследования по экологии человека должны быть направлены главным образом на изучение взаимодействия этих систем как с органическими, так и относящимися к неорганическому миру системами.

В России, как и во многих других странах, ясно прослеживается тенденция к сведению предмета экологии человека до изучения воздействия факторов среды исключительно на организм человека. По существу большинство открывающихся сейчас институтов, лабораторий и кафедр экологии человека следуют этой тенденции: они ограничивают исследования в области экологии человека рассмотрением гигиенических

проблем, т.е. взаимоотношений «организм-среда». В крайнем случае, учитывается лишь изменчивость индивидуумов при работе со статистическими выборками. В Вышесказанном подтверждает, например, содержание журнала «Экология человека», издаваемого под эгидой Северного государственного медицинского университета, а также работы Научно-исследовательского института экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН. Нисколько не сомневаясь в необходимости и важности рассмотрения проблем такого рода, равно как и в том, что эти проблемы относятся к экологии человека, необходимо тем не менее констатировать, что если экологию человека ограничивать медико-гигиеническими рамками, то она получает довольно архаичное с современной точки зрения сугубо аутэкологическое звучание. Сведение экологии человека только к проблеме «организм - среда», впервые обозначенной еще в 1866 г. Э. Геккелем, учитывает только чисто биологические особенности человеческого организма.

С другой стороны, довольно часто провозглашается, что человек - элемент систем более высокого порядка, например «антропозкосистем». Однако в этом случае аутэкологический взгляд остается доминирующим. Несмотря на то, что в понятие «экология человека» начинают включать изучение тех аспектов жизнедеятельности *Homo sapiens*, которые считаются прерогативой гуманитарных наук, например демографические проблемы или проблемы семьи, они рассматриваются как исключительно

«человеческие» - никакого обращения к опыту общей экологии, полученному при изучении других биологических видов, не прослеживается. Кроме того, проблемы семьи или демографические проблемы чаще всего рассматриваются без учета взаимодействия систем, в которые организуется вид *Homo sapiens*, с другими природными системами. Внимания удостоиваются только факторы, порожденные самим человеком, прежде всего техногенные.

В сущности «антропоэкосистемный» подход весьма эклектичен. Подобный «широкий» взгляд на экологию человека очень близок к тому, что распространен в Западной Европе и, в некоторой степени, в Северной Америке. В соответствии с ним, «экология человека» - это некий рыхлый конгломерат, в котором смешиваются методология и философия, позитивное научное знание и жизненная позиция, мировоззрение и социальная активность, а также многое другое (см., например, Хенс, 1996). Такой взгляд, несмотря на механическое включение в круг интересов экологии человека медико-гигиенических аспектов его взаимодействия со средой, в котором, как указывалось выше, учитываются лишь биологические характеристики человеческого организма, на самом деле является сугубо антропоцентрическим. Так, зачастую предлагаемый синоним понятия «экологии человека» - «антропоэкология», несмотря на лингвистическую корректность (сочетание трех греческих корней), косвенно указывает на то, что человек рассматривается как нечто, стоящее вне живой природы.

У людей, профессионально занимающихся наукой (в том числе и экологией в ее традиционном понимании), такой подход вызывает чувство неудовлетворения, так как слишком нестрого и эклектично. Они ясно осознают, что со времен Геккеля экология как вполне определенная **БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА** проделала огромный (хотя мы до сих пор знаем чудовищно мало) путь и выросла из рамок узкого первоначального определения. Среди биологов-экологов, конечно, присутствуют противоречия в определении экологии (например, существует устойчивая тенденция отказа от первоначального определения, исключая отдельный организм из предметов, интересующих экологов, которые обнаружили, что очень важно понять закономерности изучения свойств надорганизменных систем - популяций, сообществ и биоценозов). С.С. Шварц любил приводить шутливое высказывание, прозвучавшее на одном из международных совещаний по экологии:

международных совещаний: "Ecology is what I do, but you don't".

Тем не менее, в общем, ясно, что экология как наука - это дисциплина, относящаяся к циклу биологических наук и изучающая взаимоотношения живых систем разного иерархического (структурного) уровня между собой и с абиотическим окружением. Таким образом, **БИОЛОГИЧЕСКИЙ** компонент является, по их представлению, **ЦЕНТРАЛЬНЫМ** в системах, которые называются экологическими системами. Традиционно экология, как вы знаете, делилась на

"аутэкологию" (изучение взаимоотношения видов со средой) и

"синэкологию" (изучение надвидовых структур).

Человек - это биологический вид (*Homo sapiens*), занимающий вполне определенное место в зоологической классификации (тип Хордовых, подтип Позвоночных, класс Млекопитающих, отряд Приматов, надсемейство Узконосых обезьян Старого Света, семейство Человечьих, род Человек). Поэтому, следуя логике экологов-биологов (а мы принадлежим к этой группе), Экология человека - это специальная экология, которая должна включать в себя экологическую физиологию, популяционную экологию, изучение роли в биогеоценозах и в биосфере.

Теперь ясно, что экология человека - очень молодая, еще не сформировавшаяся наука (некоторые авторитеты даже сомневаются, а наука ли это вообще?), которая пока еще окончательно не оформилась, хотя проблемами, связанными с этим направлением, начали заниматься очень давно. Например, вполне научным подходом к проблемам экологии человека были работы Мальтуса, сыгравшего стимулирующую роль для создания эволюционной теории и справедливость построений которого, как мы увидим, не утратили актуальности (а может быть, стали даже более актуальными) в современном мире.

Итак, существует три подхода к экологии человека - узкий (медико-физиологический), широкий (междисциплинарный) и традиционно-экологический. Первый и второй находятся на разных полюсах, хотя и

имеют свои основания. Мы знаем, что истина обычно посередине, хотя она никогда не абсолютна. Обычно разумнее всего следовать этой "золотой середине", не забывая о той правде, которая есть и на краях.

Мы попробуем в нашем курсе следовать этому правилу.

Рассмотрение экологии человека как специальную экологию (надо сказать, весьма специальную в разных смыслах этого слова) подразумевает последовательное, по возможности беспристрастное и СИСТЕМНОЕ рассмотрение места человека на Земле, понять его специфику как компонента экологических систем разного ранга и попытаться оценить перспективы. При этом междисциплинарность (использование данных, и выводов, полученных в других науках, как естественных, так и гуманитарных отнюдь не исключаются) - СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД и развился примерно 30-лет назад как мощный инструмент, сокрушающий барьеры между разными дисциплинами, поскольку он основан на поиске скорее сходства разных систем, чем их различий, используя принцип системных аналогий.

Чтобы еще раз "оправдать" необходимость (хотя, конечно и недостаточность) рассмотрения человека с общих экологических позиций.

Природные системы относятся к классу сверхсложных систем, в которых элементы по своей значимости неравноценны. Экологи хорошо знают, что в биоценозах можно выделить видовые популяции,

составляющее их ядро, определяющие функционирование их (основную часть производимой работы) и виды-сателлиты, которые играют роль как бы "тонкой настройки". Эта иерархия была показана В.Н. Беклемишевым, и развита в работах основателя уральской школы экологов С.С. Шварца. Работа эта - суть биогеохимическая работа по круговороту веществ, достигаемая с помощью превращений энергии в процессах постоянных синтезов и распадов химических соединений.

В системах биологические объекты - физическое окружение на нашей планете "двигателями" выступают первые.

Контрольные вопросы:

- (1) Что такое экологические системы? Перечислите основные характеристики экологических систем и уровни их организации.
- (2) Что является предметом изучения таких разделов общей экологии, как: (а) аутэкология, (б) демэкология, (в) синэкология, и как они соотносятся с иерархией экологических систем?
- (3) Почему основой для выделения структурных уровней экологических систем является организация живых (биологических) систем?
- (4) В чем заключается существо трех различных подходов к пониманию, что такое «экология» как наука, в чем их основное (мировоззренческое) отличие?
- (5) В чем состоит главная особенность популяционного уровня организации живых систем и почему?

Глава 2. Прогрессивная эволюция и человек.

Еще в первой четверти XX в. А.Н. Северцов при формулировании своих представлений о прогрессивной эволюции посредством ароморфозов писал о связи эволюционного прогресса с возрастанием «энергии жизнедеятельности». В дальнейшем это предположение получило естественнонаучное (химико-физическое) обоснование, связанное прежде всего со становлением и дальнейшим развитием термодинамики необратимых процессов. Небольшая книжка Шредингера, в которой давалась термодинамическая интерпретация биологических процессов, оказала огромное влияние на развитие современной биологии. Так, по словам Дж. Уотсона, его ближайший коллега и один из открывателей структуры ДНК физик Ф. Крик занялся молекулярной биологией именно под впечатлением от книги Шредингера.

С точки зрения современной термодинамики необратимых процессов, происходящих в открытых системах, удельная интенсивность дыхания живой системы может служить оценкой ее упорядоченности. В конце 50-х годов XX в. В.С. Ивлев обнаружил, что удельная интенсивность дыхания возрастает в эволюционном ряду животных. Затем, в 1968 г. В.Р. Дольник убедительно продемонстрировал, что эта закономерность особенно ярко проявляется, если интенсивность дыхания нормировать не на массу тела животных, а на ее «метаболический эквивалент», т.е. коэффициента a в

аллометрическом уравнении, связывающим интенсивность стандартного обмена R с массой тела M : $R = aM^b$, где b – аллометрический экспонент, в разных систематических группах изменяется сравнительно мало.

Позднее при разработке термодинамической теории роста и развития А.И. Зотин с сотрудниками показали, что этот коэффициент можно считать неким критерием упорядоченности. Дыхание – это процесс, обеспечивающийся сложным комплексом биохимических процессов, т.е. ферментативных реакций, скорость которых по закону Аррениуса при повышении температуры тела сначала экспоненциально возрастает, а затем – при изменениях структуры ферментов – резко падает. Это обстоятельство позволило А.И. Зотину и А.А. Зотину предположить, что значение температуры тела около 40^0C (т.е. близкое к среднему оптимуму для ферментативных реакций) – «тепловой барьер», превышение которого несовместимо с нормальным протеканием биохимических реакций.

Для преодоления этого барьера необходимы качественные преобразования в функциональных характеристиках вновь возникающих видов. Первое такое преобразование – появление гомойотермии – происходило, по мнению упомянутых авторов, на организменном уровне, когда величина a у наиболее «эволюционно продвинутых» (т.е. обладающих наибольшей организованностью) насекомых достигла значения около 4 - 8 мВт. После появления химической терморегуляции «термального порога» достигли воробьиные птицы (при значении a для стандартного обмена в

Однако именно вид, принадлежащий к данному таксону – человек, преодолел второй «тепловой барьер», пойдя по пути усовершенствования (увеличения степени организованности, упорядоченности) не столько организма, сколько систем надорганизменного уровня. При этом он с помощью особой адаптации, о которой будет рассказано в главе 4 не только преодолел второй «тепловой барьер», но и успешно продолжил энергетическую тенденцию прогрессивной биологической эволюции, правда уже не чисто биологическим (не биохимическим) путем.

Контрольные вопросы:

- (1) Почему с естественнонаучной точки зрения появление человека соответствует генеральной тенденции эволюционного процесса?
- (2) Что такое «глобальные революции» и как они повлияли на способы получения и расхода энергии человеком?
- (3) Чем получение и расход энергии человеком отличается от таковых других биологических видов?
- (4) Почему для освоения новых источников энергии человек должен был объединяться в группы?
- (5) Перечислите основные этапы изменения экологических функций человека на протяжении исторического периода протяженностью примерно в 10000 лет.

Глава 3. Адаптации человека на уровне организма.

Мы хорошо знаем, что люди неодинаковы – их рост, пропорции, темперамент, способности к деятельности разного рода, цвет кожи, глаз, волос и т.д.

Биологически *Homo sapiens*, как и любой другой биологический вид, обладает в своих пределах **изменчивостью**, в соответствие с традиционными воззрениями, определяется условиями среды (так называемая модификационная изменчивость) и, что имеет самое большое значение в процессе становления и изменения (эволюции) других биологических видов, генетической (наследственной) компонентой.

У всех биологических видов генетическая составляющая тесно связана с «фенотипической» (морфологической и физиологической).

Такая **изменчивость**, однако, не «размазана» внутри любого биологического вида («некисельность» жизни, по выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского).

Внутри каждого вида чаще всего выделяются в какой-то степени сходные по фенотипическим (наблюдаемым) признакам группы. Подобная структурированность называется полиморфизмом. Полиморфизм – это более или менее дискретная (прерывистая) изменчивость – полиморфные виды представляют собой по набор более или менее отделяющихся друг от друга групп (морфы).

Вид *Homo sapiens* не составляет исключения из всех биологических видов: — он полиморфен. Очевидно разделение людей на расы. Внутри рас присутствует расчленение на какие-то, по большому счету генетически сходные, но внешне различающиеся между собой группировки. Вопросов происхождения и сущности таких группировок применительно к *Homo sapiens* мы еще коснемся.

Фенотипический облик формируется не случайно (как теоретически допускается в «классической» генетике), а во многом определяется условиями, в которых формировалась та или иная внутривидовая группировка. На облик разных групп и его формирование большое влияние оказывает «перемешивание» генетического материала (рекомбинации), связанное с процессом расселения и столкновений в пространстве. Генетические механизмы и факторы, управляющие изменчивостью, проявляются и у человека.

С «системной» точки зрения, принимающей во внимание основную парадигму современной биологии — селекционизм, - адаптивными считаются те черты (атрибуты) организмов, которые позволяют им давать больше потомства, которое, в свою очередь, сможет дать новое поколение. Это — так называемая Фишеровская приспособленность. Адаптации — химические, физические и организационные свойства — это ***механизмы, посредством которых реализуется приспособленность.***

Адаптации — это те механизмы повышения приспособленности, которые наследственно закреплены. Корректнее не путать их с ***акклимациями***, которые (несмотря на то, что часто встречается широкая трактовка этого термина)

представляют собой физиологические реакции особи, не выходящие за пределы нормы реакции и не передающиеся по наследству.

Ясно, что понятие «приспособленность» относительно. Оно проявляется только при сравнении с другим группами (популяциями, видами), которые обладают сходными возможностями самовоспроизведения. Таким образом, приспособленность складывается по меньшей мере из двух компонент – плодovitости и выживаемости (показывающей, какая доля потомства сможет произвести на свет себе подобных). Обе эти компоненты можно измерить (оценить) в единицах энергии, биомассы или численности (сводящихся одна к другой).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ – адаптации, проявляющиеся на уровне отдельного организма, рассматриваемого как «образец», «представитель» некоторой классификационной структуры («аутэкологическом» уровне, если использовать экологическую терминологию)..

Как же формируется облик той или иной внутривидовой группировки в результате действия этих факторов на морфoфизиологическом уровне у человека?

Классическим примером является *история серповидно-клеточной анемии*. В некоторых регионах Земли у людей довольно часто встречается заболевание крови, называющееся *серповидно-клеточной анемией*, передающееся по наследству. Оказалось, что она наиболее распространена там, где свирепствует тропическая малярия, возбудителем которой является простейшее - малярийный плазмодий, который проникает в кровь человека во время укуса промежуточного хозяина – малярийного комара, что описано в учебниках для средней школы. Однако это

паразитическое простейшее, размножающееся в эритроцитах (красных кровяных тельцах), не способно к размножению в эритроцитах неправильной (серповидной) формы, которые характерны для людей, болеющих серповидно-клеточной анемией. Тропическая малярия – тяжелое заболевание, которое может привести к летальному исходу, который все же можно предотвратить, принимая препараты тормозящие процесс размножения плазмодиев, уничтожающих красные кровяные тельца. (самым традиционным из которых является хинин). Однако процент летальных исходов больных серповидно-клеточной анемией в зрелом возрасте в данное время все же существенно ниже, чем у людей, заболевших тропической малярией.

Другой хорошо известный пример «работы» классических механизмов естественного отбора – это специфика обмена веществ у различных группировок людей, сформировавшихся в разных регионах планеты и связанных с тем, какую пищу они употребляли из поколения в поколение. Например, народы, давно населяющие самый север Евразии и Америки, имеют жировой тип обмена (в качестве основного метаболита выступают жиры). Народы, населяющие Юго-Восточную Азию, имеют в основном углеводный тип обмена. Побочными следствиями разных путей метаболизма являются избыток или недостаток ферментов, обеспечивающих альтернативные пути обмена веществ (например, недостаток алкогольдегидрогеназы у людей с преобладанием жирового типа обмена веществ и повышение содержание холестерина в крови). Другой пример генетически закрепленной специфики отдельных народов (а их мы станем называть этносами, как будет показано в главе 7) – это отсутствие некоторых групп крови

системы АВ0 у одних, которые присутствуют у других. Так, североамериканские индейцы имеют только первой группы.

Будучи гомойотермными (теплокровными) организмами, люди за счет разнообразных химических и физических механизмов поддерживают температуру своего тела на относительно постоянном уровне (примерно соответствующем оптимальному для протекания разнообразных биохимических реакций), черпая энергию для работы этих механизмов путем экзотермической декомпозиции «чужих» химических соединений в процессе метаболизма. Таким образом, снижение температуры среды приводит к усилению интенсивности метаболизма (химическая терморегуляция). Для поддержания гомеостаза (компонентами которого являются, например, масса тела и его химический состав) при снижении температуры среды животные вынуждены увеличивать приток энергии с пищей, т.е. интенсивность ее потребления. Конечно, как и у других гомойотермных животных, к которым относятся млекопитающие и птицы, этот путь (химическая терморегуляция) – не единственно возможный для сохранения относительно постоянной температуры тела. Существуют еще теплоизоляция (шерсть, перья, подкожный жир), так называемая поведенческая терморегуляция – использование относительно теплых убежищ и многое другое, в чем человек весьма преуспел, о чем будет сказано в 4-й главе.

Тем не менее, способность к биохимической терморегуляции имела «право голоса» при формировании нашего вида. В частности, это ясно видно, если

попробовать «примерить» основные экологические (зоогеографические) правила к виду *Homo sapiens*.

Основные из этих правил называются правилом Бергмана и правилом Аллена. Первое из них гласит, что чаще всего животные, обитающие в холодном климате, крупнее (массивнее), чем животные той же или близких систематических групп. Оно имеет физическое основание. Это – так называемое аллометрическое уравнение, где коэффициент b всегда меньше единицы. Исследования показали, что для основного обмена этот коэффициент колеблется между $2/3$ и $5/8$ со средним значением $3/4$. В то же время для компенсации теплопотерь, вызванных охлаждением (т.е. для сохранения постоянной температуры тела) гомойотермные организмы должны вырабатывать количество тепла, пропорциональное массе тела в степени $1/2$.

Теплоотдача происходит с поверхности (пропорциональной объему, а значит, и массе в степени $2/3$). Таким образом, удельная (на единицу массы тела) теплопроводность, а значит, и необходимое для поддержания постоянной температуры тела увеличение потребления энергии с пищей снижается с увеличением массы тела как последняя в степени от $1/8$ до $1/6$. Иными словами, для поддержания гомеостаза при одинаковом снижении температуры среды крупные (массивные) организмы должны тратить (а, следовательно, и получать с пищей) меньше энергии, чем мелкие. Поэтому в холодном климате энергетически более «выгодно» быть более крупным.

Правило Аллена также связано с терморегуляцией, но, в отличие от правила Бергмана, связано с необходимостью избегать перегрева при высоких температурах среды. Оно гласит, что у животных, обитающих в более жарком климате, конституция более грацильна - те части тела, которые служат «теплоотдатчиками» (конечности, уши и т.д.), увеличены по сравнению с теми животными, которые живут при более умеренных температурах среды.

Как показывают исследования антропологов, эти правила часто справедливы по отношению к людям. Это особенно видно, если рассматривать население, не затронутое в историческое время процессами массовых и обширных миграций людей из отдаленных территорий (этнических экспансий). Так, на примере Западной Европы, которая не в столь большой степени была затронута Великим переселением народов, как Восточная Европа или, в особенности, Россия, видно, что люди, принадлежащие к этническим группам, населяющим ее север (Фенноскандия) явственно крупнее и массивнее, чем южане (Испания и Италия). Этнические группы, смформировавшиеся в тропиках, в целом имеют более грацильную конституцию, чем северяне.

Контрольные вопросы:

- (1) Что такое адаптации и акклимации? В чем их разница?
- (2) Что такое приспособленность, и как она соотносится с адаптациями?
- (3) Перечислите основные биогеографические правила. Приведите примеры их соблюдения (или не соблюдения) у человека.
- (4) Почему у некоторых народов отсутствуют группы крови, которые есть у других?
- (5) Назовите основные аутоэкологические характеристики вида *Homo sapiens*.

Глава 4. Основная адаптация человека – культура - проявляется на надорганизменном уровне.

Появление *адаптации надорганизменного уровня – культуры*, которая стала основной для вида *Homo sapiens*, связано с уникальной экологической функцией - способностью использовать энергию (и, добавим, вещество) из источников, которыми не пользуются другие биологические виды.

Культуру можно подразделить на взаимосвязанные составляющие – материальную и духовную. Упрощенно говоря, материальная культура - это возможности внутривидовых систем человека (структурный уровень которых гомологичен популяционному уровню других видов) получать вещество и энергию, необходимые для развития этих систем путем эксплуатации тех ресурсов планеты, которые не используются другими видами, – у человека нет конкурентов в мире живого. Духовная культура, выражаясь столь же упрощенно, - это способность людей обмениваться информацией и передавать ее из поколения в поколения «негегенетическим», т.е. не биохимическим путем. Эти характеристики культуры как адаптации надорганизменного уровня позволили человеку очень быстро (практически моментально в эволюционном масштабе времени) изменять свою экологическую функцию (нишу), поскольку позволяли избежать длительного периода «проб и ошибок», неизбежного

при действии биологических механизмов отбора. Физиолого-биохимические механизмы, основанные на свойствах органических молекул, продолжают действовать постольку, поскольку каждый отдельный индивидуум представляет собой биологическую систему, однако не они определяют высокую приспособленность человека, выразившуюся в чрезвычайно быстром росте его численности.

Как будет подробнее рассмотрено в главе 8, различные математические описания кривой роста населения людей за исторический период показывают, что динамика численности населения Земли описывается гиперболическим уравнением (теоретически предполагающим, что численность должна достигнуть бесконечности в некоторый конечный момент времени) лучше, чем экспоненциальным уравнением Мальтуса. Иначе, удельная скорость прироста численности возрастала с увеличением последней с ускорением. В терминах популяционной экологии это означает, что механизмы «внутривидовой кооперации» преобладали над механизмами «внутривидовой конкуренции».

В энергетическом аспекте развитие культуры отразилось в неуклонном повышении среднего удельного (на человека) потребления энергии. Это настолько очевидно, что вошло в некоторые современные учебники экологии человека. Здесь важно то, что такое возрастание потребления (и расхода) энергии означало в терминах термодинамических построений возрастание организованности, упорядоченности, а значит, и

сложности систем, в центре которых стоит человек. Так, по оценке А.И. Зотина и И. Лампрехта, использование древними людьми огня (появление «внеорганизменной» энергетики) позволило повысить значение a (критерия упорядоченности) до 50 мВт и более. После того как в VII – XIX веках свершилась промышленная революция, породившая индустриальное общество, и функционирование надорганизменных систем человека стало обеспечиваться главным образом резервными фондами биосферы (невозобновимыми ресурсами), значение этого критерия достигло уже более 800 мВт (в тех странах, где образовалось индустриальное общество, т.е. на Западе). В дальнейшем рост потребления энергии на душу населения этой части человечества приобрел «взрывной» (гиперболический) характер, синхронный с ростом численности людей.

Стремительный характер роста потребления (и затрат) энергии обеспечивался возникновением новых путей глобального биогеохимического круговорота. Так, с биогеохимической точки зрения (т.е. с позиций общей экологии) массированное сжигание углеводородов – это практически не существовавшая до появления человека и его культуры «перекачка» углерода из резервных фондов биосферы (месторождения угля и углеводородного сырья) в обменные фонды (атмосфера, мировой океан). Следствием этого является возможное глобальное потепление, однако с экологической точки зрения это всего лишь побочный эффект основной сути технологических процессов, обеспечивающихся надорганизменными

системами человека - интенсивного использования ресурсов, накопленных в результате длительной работы живых систем на Земле в виде резервных фондов биосферы.

Стремительное освоение человеком новых ресурсов, т.е. новых экологических ниш в терминах классической экологии, происходило без существенного изменения наследственной базы; человек оставался тем же самым биологическим видом.

Глобальная революция	Экологическая сущность
Палеолитическая	Переход от собирательства к хищничеству
Неолитическая	Собирательство продолжилось в земледелие, хищничество – в скотоводство. Изобретение сельского хозяйства – это переход от преимущественных усилий на сбор и обработку того, что производится другими системами на поддержание более «надежных» и «продуктивных» искусственных систем .
Индустриальная	Открытие и интенсивная эксплуатация нового ресурса – резервных фондов биосферы.

Несмотря на дерзость подобного утверждения, все же ***можно сказать, что с появлением человека и его главной надорганизменной адаптации – культуры – прогрессивная эволюция биоты прекратилась:***

новых, более совершенных, чем человек, биологических видов на Земле не появится.

Вряд ли можно отрицать, что предпосылкой возникновения новой для биологических видов адаптации (культуры), связанной с новой для биологических видов экологической функцией вида *Homo sapiens*, была развитость центральной нервной системы (энцефализация) у предков человека. Однако не менее важен неотделимый от этого фактора феномен социализации – образования устойчивых группировок (прежде всего основанных на семейных отношениях), предполагающих в большей степени взаимопомощь (кооперацию), чем конкуренцию.

Существование культуры как адаптации надорганизменного уровня обеспечивается через взаимодействия индивидуумов (организованных во внутрисистемные группы). Такие взаимодействия являются залогом того, что надорганизменные системы человека функционируют как целостность. Популяционные системы других биологических видов тоже являются целостными благодаря взаимодействиям слагающих их особей и группировок. У многих биологических видов, особенно имеющих достаточно высокую степень социализации, некоторые адаптации проявляются также на популяционном уровне. Чаще всего (особенно у высших животных) они реализуются посредством поведенческих взаимоотношений между индивидуумами.

Поэтому, несмотря на коренные, даже качественные различия в экологической роли человека и других биологических видов и в соответствии с принципом системного изоморфизма, надорганизменные системы человека должны демонстрировать закономерности, общие с популяционными системами других биологических видов.

Контрольные вопросы:

- (1) Какова экологическая сущность (роль во взаимоотношениях со средой) материальной и духовной культуры как надорганизменных адаптаций человека?
- (2) Опишите основные этапы освоения новых экологических ниш (ресурсов) человека на протяжении исторического периода и дайте их краткую характеристику.
- (3) Почему на современном этапе у человека нет реальных конкурентов среди других биологических видов?
- (4) Как изменилась биогеохимическая роль человека после «промышленной революции» и почему?

Глава 5. Основные характеристики биологических систем популяционного ранга.

Слово «популяция» происходит от латинского *populus*, что значит народ, население. В качестве научного термина его первоначально стали применять генетики, они же первыми дали научные определения понятия «популяция». В качестве главных характеристик популяции, как надорганизменной биологической системы, они выделяли те, что были важны для протекания процессов, определяющих наследственность (передачу наследственной информации из поколения в поколение) и изменчивость (не полную точность такой передачи). Изменчивость является собой результат мутационного процесса и рекомбинаций генетического материала. Мутации – это изменения в последовательности нуклеотидов (точечные или затрагивающие довольно большие участки ДНК), происходящие чаще всего под влиянием различных мутагенных воздействий. Рекомбинации – это «тасование» генетического материала, основным средством которой является образование пар (и, добавим, кроссинговер при конъюгации хромосом при мейозе).

Как указывал С.С. Четвериков, мутации и рекомбинации являются важными факторами процесса видообразования (микроэволюции). Еще одним фактором эволюции, не позволяющим возникшим в одной группировке особей наследственным изменениям «раствориться» при

смешивании с особями других группировок, является, очевидно, относительная изоляция этих группировок друг от друга. Здесь термин «изоляция» носит скорее вероятностно-статистический, чем абсолютный характер: вероятность получить потомство от особи, принадлежащей к той же группировке должна быть значимо больше, чем вероятность образовать пару с особью из другой группировки.

Таким образом, под популяцией в генетическом аспекте понимается *группа особей одного вида, обитающая на определенной территории (акватории), относительно изолированная от других таких групп, и для которой характерна определенная степень панмиксии (случайного скрещивания особей).*

С эволюционно-систематической точки зрения системы популяционного уровня организации являются единицами пространственной организации вида (хорологическими единицами), также как и элементарными единицами микроэволюционного процесса. Этот процесс реализуется через смену поколений; он протекает сравнительно (по отношению к продолжительности жизни особи) медленно.

В то же время особи, составляющие группировку, взаимодействуют друг с другом (конфликтуют, спариваются и т.д.), подвергаются атакам хищников, обитающих тут же, используют ресурсы территории, на которой обитают, в каждый конкретный момент. Эти взаимодействия протекают в ином масштабе времени; они «сиюминутны». Однако именно они

определяют скорость потоков вещества и энергии на территории, занимаемой популяцией. Следовательно, как впервые показал В.Н. Беклемишев, популяции могут рассматриваться как элементы системы более высокого ранга в экологическом (функциональном) аспекте – это элемент сообщества или биоценоза. С этой точки зрения популяцию можно в первом приближении определить как *группу особей одного вида, обитающую на определенной территории (акватории), и взаимодействующую с обитающими на этой же территории (акватории) группами особей других видов.*

Популяционный уровень организации биологических систем лежит, образно говоря, на «перекрестке» двух основных направлений структуризации (иерархического разбиения) жизни на Земле. Первое, которое можно назвать эволюционно-систематическим, отражает медленно текущие эволюционные процессы. Второе же, функционально-экологическое, связано с процессами, протекающими относительно быстро. Таким образом, популяция представляет собой элемент одновременно двух систем более высокого порядка, различающихся как по критериям их выделения, так и по характерному времени протекания процессов, определяющих эти критерии. В эволюционно-систематическом аспекте - это вид, а в функционально-экологическом - сообщество.

Оба этих аспекта неразрывно связаны. Достаточно сказать, что один из важнейших факторов микроэволюции (наряду с изоляцией, мутациями и

рекомбинациями) – это динамика популяционных систем, происходящая в экологическом масштабе времени, и которую С.С. Четвериков образно назвал «волнами жизни». Популяционная динамика определяется экологическими процессами – внутривидовой конкуренцией и кооперацией, взаимодействиями с другими видами (жертвами, хищниками, паразитами), влиянием разнообразных абиотических факторов.

Популяционные системы относятся к классу динамических открытых и сложных систем. Последнее означает, что они структурированы, то есть их можно разбить на подсистемы, – группы особей (элементов популяционной системы), которых можно объединить по какому-нибудь признаку (атрибуту, говоря языком общей теории систем). При этом один элемент может принадлежать к разным структурам, которые, таким образом, пересекаются. Кроме того, существуют интегральные атрибуты, характеризующие всю систему.

Для популяционных систем в качестве такого рода интегральной характеристики, прежде всего, является **численность** – общее число особей, принадлежащих данной популяции. Очевидно, что интегральными (и нагруженными экологическим смыслом) характеристиками могут служить также **биомасса** и (или) **энергия**. Однако в силу особого положения систем популяционного уровня, очень важно было обращать внимание, прежде всего, на смену поколений, скорость которой определяется соотношением скоростей рождения особей и их гибели.

Поэтому именно движения численности населения стали объектом наиболее пристального внимания популяционных экологов, что привело к развитию и укреплению **демографического подхода** к описанию динамики популяционных систем в качестве основного.

Поскольку во всех определениях популяции непременно указывается, что это группа особей, обитающих на **определенной** территории, постольку **размер** такой **территории имеет значение**. Поэтому вторая принятая в популяционной экологии интегральная характеристика – это **плотность популяции**, т.е. численность группы особей, отнесенная к размерам территории, на которой эта группа обитает.

Понятие «территория обитания», особенно для подвижных особей (животных), строго не определено. Поэтому принято выделять **среднюю плотность** и **экологическую плотность**. Средняя плотность – это численность, отнесенная ко всей рассматриваемой территории, а экологическая – только к той ее части, которая пригодная для обитания (лучшая по своим условиям).

Динамика соотношения экологической плотности и средней плотности определяется **пространственной организацией** популяции. Выделяют два крайних типа этой организации: **равномерное пространственное распределение**, когда экологическая плотность статистически не отличается от средней и **агрегированное (групповое) пространственное распределение**, при котором экологическая плотность

достоверно меньше средней. Промежуточный (и наиболее часто встречающийся) вариант - это *случайное распределение*.

Основной показатель движения народонаселения, как мы уже говорили, - это движения численности (или плотности, если мы имеем в виду).

О причинах изменений численности довольно уже давно пытались говорить, используя универсальный язык естественных наук – язык математических формул. Еще в конце XVIII века Т. Р. Мальтус издал свое нашумевшее «Эссе о принципах народонаселения, и как они служат будущему улучшению общества» (1778), где была предложена математическая модель популяционной динамики – первое формализованное построение популяционной демографии. Примечательно, что оно было представлено публике как описание закономерностей динамики численности человека, а уже потом модель Мальтуса вошла в арсенал классической (биологической) экологии, где стало каноническим, а одно из важнейших понятий – удельную скорость изменения численности популяций – стали называть в его честь «мальтузианским параметром». Сама же модель экспоненциального роста численности Мальтуса стала канонической для популяционной экологии под названием уравнения экспоненциального популяционного роста.

Построения Мальтуса были простыми. Он показал, что, если *рождаемость* (число потомков за определенный период времени ,

производимых средним индивидуумом) и **смертность** (среднее число погибающих за этот же период времени, отнесенное к общей численности) остаются примерно постоянными, то математически изменения численности за этот период можно выразить как:

$$\Delta N = (m \cdot N - q \cdot N) \cdot \Delta t ,$$

где N – численность, ΔN – изменение численности, m – рождаемость, q – смертность, Δt – временной шаг, т.е. период, в начале и конце которого наблюдатель фиксирует численность. Считая такой шаг очень (бесконечно) малым по сравнению со всем периодом наблюдений, можно записать это выражение в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{dN}{dt} = (m - q) \cdot N = r \cdot N .$$

Такие уравнения называются автономными, так как аргумент в явном виде не входит в их правую часть: если r положительно, то скорость изменения численности увеличивается по мере роста последней.

Решением уравнения Мальтуса является выражение

$$N_T = N_0 \cdot e^{r \cdot T} ,$$

где N_T - численность в момент T , N_0 - численность в начальный момент, а r – **мгновенная удельная скорость роста популяции** или «**мальтузианский параметр**» - разница между рождаемостью и смертностью. Этот показатель очень важен для популяционной теории, особенно для эволюционной экологии, т.к. может служить мерой приспособленности. Как упоминалось в

главе 3, еще в 30-х годах XX века известный американский генетик, эволюционист и математик Р. Фишер предложил считать приспособленностью способность средней особи давать в течение своей жизни максимально возможное число потомков, которые, в свою очередь, доживают до репродуктивного возраста.

В соответствии с уравнением экспоненциального роста численность должна увеличиваться (или уменьшаться, если $r < 0$) в геометрической прогрессии. Сам Мальтус считал, что, поскольку рост численности населения все время «обгоняет» рост ресурсов, увеличивающихся без ускорения (он, прежде всего, имел в виду пищу), то должны существовать какие-то ограничительные механизмы, «приводящие в соответствие» численность и ресурсы. Среди этих механизмов он упоминала войны, голод и болезни. Против простой логики построений Мальтуса практически невозможно было возразить, и его теория, как известно, оказала значительное влияние на Ч. Дарвина, который во многом под впечатлением от нее пришел к представлениям о существовании естественного отбора.

В самом деле, бесконечного и неуклонного увеличения численности любого вида никогда не наблюдается, т.к. оно невозможно в условиях разного рода ограничений (Земля не бесконечна). На деле численность популяционных систем разных видов либо стабилизируется, либо колеблется (слабо или резко, регулярно или хаотически) возле какого-то среднего уровня.

В середине XIX века бельгийский математик Ф. Ферхюльст предположил, что особи одной популяции «мешают» друг другу: существует **внутрипопуляционная конкуренция**. Тогда удельная скорость популяционного роста должна быть связана с численностью (плотностью) отрицательной зависимостью, имеющей в самом простом варианте линейный характер:

$$r = r_0 \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right),$$

где r_0 – удельная скорость популяционного роста при очень низкой численности, а K – предел, к которому она будет стремиться (стационарное значение, отражающая ресурсные возможности среды, и которая поэтому получила название «**емкость среды**»)

С учетом этого предложения уравнение Мальтуса преобразуется в **логистическое уравнение**:

$$\frac{dN}{dt} = r_0 \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right),$$

которое описывает кривую популяционной динамики во времени.

Зависимость скорости популяционного роста от численности. Если начальное значение численности было меньше K , то она будет расти сначала с «ускорением» (экспоненциально) а затем, по достижении значения, равного половине K , с «замедлением», стремясь к K . Если же начальное значение численности была избыточной (больше K), то численность должна убывать, и кривая популяционной динамики имеет экспоненциальный характер.

В реальности для многих популяций не наблюдается сколько-нибудь выраженного стремления к стабилизации численности. Довольно часто динамика популяций имеет импульсный характер: резкие вспышки численности (*«демографические взрывы»*) чередуются (регулярно или хаотически) с ее падениями. Во время вспышки нарастание численности идет быстрее, чем по закону геометрической прогрессии.

Это означает, что, когда разница между рождаемостью и смертностью положительна, эта разница увеличивается по мере роста численности: система «самоускоряется». С точки зрения классической популяционной экологии, в данном случае существование в группе должно приводить к снижению смертности и (или) к интенсификации рождаемости, т.е. проявляется *внутрипопуляционная кооперация* («взаимопомощь»).

Например, если предположить, что при низкой плотности смертность превышает рождаемость ($r_0 < 0$), то логистическое уравнение можно представить как:

$$\frac{dN}{dt} = |r_0| \cdot N \cdot \left(\frac{N}{K_1} - 1 \right),$$

где K_1 – численность, при которой рождаемость и смертность уравниваются друг друга (нижний уровень численности, при котором популяция перестает вымирать – *«минимальная жизнеспособная популяция»*). Если начальная численность была выше этого уровня, должен наблюдаться ее *гиперболический рост*. Особенностью такого роста

является то, что теоретически численность популяции в этом случае должна достичь бесконечного значения в конечное время. Как будет показано в главе 8, и как было упомянуто в главе 4, есть основания полагать, что именно гиперболический характер роста численности был до последнего времени характерен для человечества.

Контрольные вопросы:

- (1) Два аспекта популяционного уровня организации живых систем – эволюционно-систематический и функционально-экологический.
- (2) Главные (интегральные) экологические характеристики популяций – численность, плотность, пространственная структура.
- (3) Экспоненциальная и логистическая кривые роста численности популяции (модели Мальтуса и Ферхюльста).
- (4) Внутрипопуляционная кооперация и конкуренция, их формальные описания.

Глава 6. Основы популяционной демографии.

Демография – слово, образованное из двух греческих корней - *деμος* (народ) и *γραφος* (писать, описывать). В переводе оно означает просто «описание народонаселения». Процессы движения народонаселения изучается популяционной демографией.

Население человека изучено лучше, чем любого другого вида - существует статистика народонаселения. Приемы и методы демографического анализа первоначально была разработана именно для человека и успешно используется, например, в страховом бизнесе. Однако развивалась демография при изучении животных, поскольку там не существовало моральных ограничений, которые могли возникнуть при изучении человека.

Некоторые важные результаты популяционной демографии не пользуются известностью в среде социологов и других специалистов-гуманитариев.

Население одного вида какой-либо территории обладает возрастной структурой. Возрастная структура связана с демографическими процессами - рождаемостью и смертностью, о которых упоминалось в предыдущей главе, т.е. со скоростью изменения численности. Взаимозависимость этих характеристик исследована для крупных долго живущих животных.

Основными характеристиками, применяющимися в популяционной

демографии являются:

(1) Смертность (d_x) в возрасте x - вероятность не дожить до возраста $x+1$.

Это неудобно, поэтому чаще применяют дополнительный к смертности показатель - выживаемость.

(2) Выживаемость (l_x) - более часто употребляемая характеристика - вероятность дожить до возраста x .

(3) Удельная выживаемость (p_x) - вероятность для особи возраста x дожить до возраста $x+1$.

(4) Удельная смертность (q_x) - вероятность погибнуть в интервале от x до $x+1$.

(5) Плодовитость (m_x) - число новорожденных, которые приносят животные возраста x в расчете на одну особь.

(6) Возрастная структура (S_x), т.е. доля животных разного возраста, отнесенная к численности молодых (новорожденных).

Она является прямой оценкой выживаемости (вероятности дожить до данного возраста) только в случае нулевого роста численности (в стабильной популяции).

В ином случае возрастная структура зависит как от выживаемости, так от скорости роста популяции.

Очевидно, что выживаемость новорожденных (класс 0+) всегда равна единице.

Основные демографические характеристики сводятся в

демографические таблицы:

Возраст	l_x	m_x
0+		
1+		
...		
N		

Связь рождаемость, выживаемость и скорости роста численности описываются основным демографическим уравнением Эйлера-Лотки:

$$S_X = l_X \cdot e^{-r \cdot X}$$

Таким образом, даже если выживаемость не меняется, доля старых особей будет "преувеличена", когда численность снижается, а доля молодых - когда она растёт.

Все связи между параметрами основаны на уравнении Эйлера-Лотки:

$$\sum_X m_X \cdot S_X = 1$$

Это уравнение и даёт основание для предсказания, какая стратегия (увеличение рождаемости или увеличение выживаемости) в разных условиях даёт большую удельную скорость роста численности (мальтузианский параметр, который считается показателем Фишеровской приспособленности. Изучение преимуществ того или иного жизненного цикла - область сравнительно новой дисциплины, называемой **теорией оптимальных жизненных циклов** или оптимальных демографических

стратегий.

Суть этой теории, относящейся к области эволюционной экологии (в понимании западных экологов), состоит в том, что в разных условиях (и в зависимости от организованности популяции, т.е. существования конкуренции и кооперации особей) более «селективно выгодной» может оказаться либо r - , либо K – стратегия.

Основными результатами было то, что детерминистские модели показывали, что независимая от плотности смертность, колебания численности и повторяющиеся эпизоды колонизации ведут к выработке раннего начала размножения, короткой жизни и большого репродуктивного усилия и большего относительного количества потомства (r - стратегия) в то время как зависимая от плотности смертность и (или) рождаемость, а также отсутствие колебаний способствует тому, что популяция следует K - стратегии, когда больше усилий вкладывается не в производство многочисленного потомства за короткий жизненный цикл, как у r - стратегов, а в доведение немногочисленного (и поздно появляющегося) потомства до репродуктивного возраста.

Контрольные вопросы:

- (1) Что такое демография? Перечислите и определите основные демографические характеристики.
- (2) Структура демографических таблиц. Каковы могут быть зависимости выживаемости и рождаемости от возраста?
- (3) Выпишите и объясните основное демографическое уравнение Эйлера-Лотки. Какова связь чистой скорости размножения с приспособленностью?
- (4) Демографические стратегии. Чем r -стратегия отличается от K -стратегии?

Глава 7. Видовая структура человека.

Как и у любого другого биологического вида, у человека существуют определенные жизненные циклы и уровень разнообразия, или полиморфизма. Природа человека, как и других высших животных, обусловлена диплоидным генетическим набором, который реализуется на протяжении жизни в зависимости от условий среды в пределах нормы реакции. От этой реализации генотипа зависит как его выживание, так и его участие в генофонде последующих поколений. Таким образом, как мы уже убедились, исключать действие отбора по биологически значимым признакам в человеческих сообществах нельзя.

Традиционная экология выработала несколько концепций, которые связывают динамику населения с генетическим разнообразием. Такова например, гипотеза Д. Читти, разработанная этим экологом (учеником Ч. Элтона) в 60-х годах для объяснения циклического поведения популяций грызунов (таких как лемминги). Загадка лемминговых циклов (вспышек численности, повторяющихся с определенной регулярностью) давно привлекала внимание экологов. Существует несколько гипотез о причинах их возникновения, и гипотеза Читти сыграла

огромную стимулирующую роль в понимании популяционных процессов.

Суть этой гипотезы, которая появилась на фоне огромной популярности идей СТЭ в биологии, заключается в следующем.

Читти предположил существование двух наследственно детерминируемых фенотипов в популяции грызунов, которые определяют различную "манеру" поведения их носителей.

Первый фенотип характеризуется устойчивостью к присутствию других особей, повышенной агрессивностью и относительно небольшой плодовитостью. Грубо говоря, эти животные тратят энергию на взаимодействия скорее чем на размножение. Другой фенотип - более плодовитые, но чувствительные к повышенной плотности животные. Читти собрал ряд свидетельств изменения фенотипической структуры по мере формирования цикла численности:

(1) рост,(2) пик,(3) падение,(4) депрессия. Весь цикл занимает примерно 3-4 года. В фазе депрессии преимущество имеют более плодовитые, но чувствительные к плотности особи, что приводит к повышению численности. По мере роста преимущество получают менее плодовитые особи, и на фазе пика они уже не могут обеспечить рост численности или даже поддержание стабильной численности. Происходит падение

численности (резкое) и вновь плодовитые и неагрессивные особи получают некоторое селективное преимущество.

Будем "держать в уме" эту гипотезу (которая не исчерпывает всей сложности явления, но такой механизм действует наряду со многими другими факторами - хищники, качество среды и т.п.). А теперь перейдем к людям, которые очень сильно отличаются от мышей, существованием культуры.

Что касается разнообразия, то при сравнении вида *Homo sapiens* с другими видами, главной его особенностью оказывается то, что кроме расовой дифференциации человечества, в которой действие биологических факторов отбора неоспоримо, существует еще и этническая дифференциация. Что же это такое с экологической точки зрения?

Давайте вкратце рассмотрим теорию этногенеза, созданную Л.Н.Гумилевым. Она отличается от чисто гуманитарных теорий тем, что включает в рассмотрение биологические факторы, связывая их с культурными (надбиологическими) особенностями.

Этнос - это форма существования вида человек, подобная популяциям у других видов. Эта форма имеет сильные отличия от популяций, скажем, животных, в силу подвижности и обладания культурой. Однако в принципе, этносы являются, как и популяции

(а) формой существования вида (внутривидовыми структурами)

(б) единицей взаимодействия со средой.

Очевидно, что этническая принадлежность не тождественна ни расовой, с которой ее чаще всего путают, ни языковой, ни географической, ни даже всем им вместе взятым.

Расовая и этническая дифференциации человечества несоизмеримы и во временном масштабе, так как формирование рас происходит как морфофизиологическая адаптация к различным климатическим условиям существования и должно занимать соответствующий период для таких микроэволюционных изменений (т.е. происходит в эволюционном масштабе времени, в процессе смены поколений), в то время как формирование и распад этносов происходит на фоне расового разнообразия стремительно и занимает столетия: время малозначимое в эволюционном отношении, но весьма существенное в историческом (экологическом масштабе времени).

Среди этносов нет "чистых линий", однородных в расовом отношении людских сообществ, Например, русские - это смесь славян, тюрок, аланов, угров и германцев. Турки-османы появились на основе 50 000 туркменских воинов, к которым

примешались курды, сербы, арабы, сирийцы, черкесы, чеченцы, грузины, славяне (янычары), французы, германцы, итальянцы, украинцы и поляки.

Есть языки одинаково родные для нескольких народов (английский, арабский, испанский и т.д.) или одинаково понятные представителям разных этносов (русский, китайский, хинди и т.д.), но отсутствие языкового барьера не устраняет барьера национального. С географическим аспектом этнической принадлежности вопрос обстоит несколько тоньше, но и он не является единственным и определяющим, так как многие народы живут совместно, а некоторые могут занимать весьма разнообразные ландшафты.

История показывает, что этносы возникают на базе разных культурных и расовых субстратов. Таким образом, легче всего этническую принадлежность связать с принадлежностью культурной. Однако, в отличие от традиционного подхода, трактующего культуру как сугубо социальное явление, теория этногенеза предлагает нетрадиционный синтетический подход, рассматривающий культуру как явление, включающее в себя как социальную, так и природную составляющую, свойственную виду *Homo sapiens*. Проанализировав разные признаки, Л.Н. Гумилев пришел к выводу, что единственным критерием

принадлежности к той или иной этнической группировки является "осознание своей принадлежности к ней".

Этническая мозаика в той или иной мере отражает в главном образом географическое разнообразие нашей планеты. А каждый народ имеет культуру и традиции, порожденные и приспособленные к вмещающему его ландшафту. При этом взаимодействия могут осуществляться по интенсивному пути (экспансия, быстрое преобразование среды обитания) или природосберегающему, консервативному (традиционному).

Безусловным шагом вперед гумилевской концепции является применение системного подхода и идей В.И. Вернадского. Если рассматривать этнос не как совокупность индивидов одной национальности (такой подход ничего сам по себе не объясняет, так как опять возвращает к вопросу о национальности), а как сообщество людей, отношения между которыми приведены в определенную систему, то становится очевидным, что для понимания важны не составные элементы (люди как таковые), а системные связи, или отношения, между ними. Интенсивность и характер этих отношений между членами этноса и определяет его национальную культуру и уклад, включающие, прежде всего, отношения между поколениями, между полами, между начальниками и подчиненными, хозяйственные отношения и все

остальные возможные виды отношений. В то же время этносы могут рассматриваться как относительно замкнутые в генетическом отношении системы, потому что этнолог, историк или социальный психолог может рассматривать этнос как систему социально или культурно замкнутую. В построенной гумилевской теорией иерархии степеней этнической схожести или родства, называемых комплиментарностью, между субэтносами, этносами и суперэтносами обратно соответствует и степень их брачной отчужденности друг от друга.

Исходя из биологических посылок о том, что человечество представляет из себя один вид и полностью населяет поверхность суши, можно заключить, что вследствие панмиксии (смешивания) оно должно было в исторически короткий срок утратить все межпопуляционные различия и иметь единый генофонд. Однако же вид *Homo sapiens* никогда не проявлял заметной тенденции к уменьшению этнического разнообразия, которое при этом никогда надолго не остается одним и тем же, а этническая картина мира постоянно меняется.

Удостоверившись в относительной генетической замкнутости этнических систем, необходимо отметить, что же является главным фактором этнической идентичности, если ни расовые, ни языковые разграничители тут не работают. Мы уже говорили о

том, что этническая - это в первую очередь культурная дифференциация. А культура, в самом широком смысле этого слова, является системой поведения людей, определяющей характер их взаимоотношений друг с другом и с окружающим миром, к которому можно отнести не только среду обитания, то есть вмещающий ландшафт, но и соседствующие этносы, а так же имеющиеся традиции и груз исторического опыта. Таким образом, этносы являются формой "обобществленной" адаптации человечества к разным условиям обитания.

Теперь предстоит разобрать самый важный и интересный постулат теории этногенеза, а именно, причины дискретности существования этносов, и вообще, как стереотипы поведения не только наследуются, но и формируются. Ведь этническая карта мира отражает, но никогда абсолютно точно не совпадает с ландшафтно-климатической, постоянно меняя свои контуры и содержание. Под сменой этнического содержания понимается то, что ни один народ не может надолго монополизировать занимаемый ландшафт и по мере своего старения вытесняется более молодыми этносами, то есть стереотипы поведения постоянно обновляются в процессе истории. При этом процесс зарождения, возмужания, упадка, старения и умирания этносов - в целом называемый этногенезом - подвержен закономерной последовательности прохождения фаз, но и на удивление точно укладывается в строгие хронологические рамки, не зависимо от региона,

уровня социального развития и исторического времени протекания этногенеза.

В первом приближении этногенезы - это циклы образования и распада (или исторического исчезновения) устойчивых систем популяционного (надорганизменного) уровня организации внутри одного и того же вида.

Теорией постулируется, что энергия образования этих сообществ возникает спонтанно и без перехода, она либо есть, либо ее нет, что сразу наталкивает на мысль о квантовом переходе, которым в приложении к биологии является **точечная мутация**. Энергия квантового перехода, как и любая другая физическая или химическая энергия, вряд ли может "зарядить" полуторатысячелетний исторический процесс, а люди, получившие этот импульс, умрут гораздо раньше. Поэтому, для биологов (а, особенно, экологов) важно было бы прояснить природу движущей этногенез энергии. Как известно, все виды энергию своего биологического существования получают по пищевой цепочке, начинающейся с продуцентов, которые только и могут переводить квантовую энергию солнечной радиации в биохимическую. А раз уж мутацией задевается вид на вершине пищевой пирамиды, то общий объем поступающей в экосистемы ландшафтов биохимической энергии никак не меняется -

меняется ее расход. Та свободная энергия, которая в животном мире идет на конкретно биологические цели - собственное выживание, оставление потомства, получение пропитания, достижение комфорта и т.д., - в человеческих сообществах (этнотах) мутацией направляется не по назначению, а именно, в социальную сферу. Очевидно, что в биологическом отношении такое поведение не рентабельно, и отбор действует против тех индивидов, которые так себя "растрачивают", т.е. против мутантных генов. Но в виду того, что отбор действует постепенно и неявно, то элиминация мутантов из этнической популяции растягивается на 1200-1500 лет. Если учесть, что смена поколений колеблется в диапазоне 20-25 лет, то это значит, что мутантный ген исчезает из популяции через 60 поколений после своего появления. С некоторыми оговорками его вполне можно назвать сублетальным.

Сам автор теории этногенеза называл возникающий вследствие сублетальной мутации поведенческий признак *пассионарностью*, и описывал его как "антиинстинкт".

Сопоставляя пассионарность с инстинктом выживания, можно определить его как "стремление к деятельности". Ведь человек, будучи "нормальным" животным, должен подчинять свою деятельность генетически запрограммированным, за тысячелетия

отлаженным принципам выживания, размножения, неограниченности потребностей и экономии энергии. Но если кто-то вдруг сам идет на костер или на крест, то нам совершенно очевидно, что этот индивид биологически не совсем нормален, и такой фенотип никак не мог в природе эволюционно закрепиться по чисто биологическим законам.

Нет никакого сомнения в том, что человечество самым радикальным образом делится на две части: *те, кто много требуют от себя и тем самым усложняют себе жизнь (можно добавить: и другим) и следует долгу, и те, кто не требуют от себя никаких особых усилий.* Для них жить - значит не меняться, быть постоянно тем, что они есть, им не понять тех, кто стремится к самоусовершенствованию; такой человек течет по течению как поплавок. И вообще, если бы существовала стандартная технология воспитания "нужных" людей, то человечество за всю свою историю давно бы ее выработало и поставило на поток. До сих пор в этом вопросе наблюдается господство непонятной стихии (предположительно спонтанной, хотя на самом деле какая-то закономерность все-таки должна быть), в то время как человек пока может только предполагать результаты воспитания, исходя даже из самых благих пожеланий.

Популяционно-статистический подход, возможно, позволит в какой-то мере прояснить эту стихию, так как теперь доказано, что большинство индивидуальных психических особенностей человека закладываются генетически, по некоторым исследованиям до 70-80%, и только 20-30% остаются на долю воспитания.

Л.Н.Гумилев описывает такие три фенотипа:

1. *Пассионарии* - деятельный тип; люди, наделенные непреодолимым внутренним стремлением (чаще неосознанным) к деятельности, направленной на осуществление какой-либо цели (часто иллюзорной). ...Возникающий признак связан с повышенной активностью, но характер этой активности определяется местными условиями: ландшафтными, этнокультурными, социальными,... Вот почему все этносы оригинальны, хотя процессы этногенеза сходны.

2. *Гармонари*(гармоничники) - тип активного обывателя; уравновешенные гармоничные натуры, которые делают только то, что требуется, стараясь не забывать при этом о себе и о своем потомстве; в социальном плане самый оптимальный тип для спокойных "цивилизованных" эпох: пассионарный импульс примерно равен импульсу инстинкта.

3. **Субпассионарии** - тип пассивного обывателя или человека, живущего одним днем. Вообще, проявление пассионарности, как и способностей, видимо, зависит от общего состояния нервной системы. А **пассионарность и способности признаки не сцепленные**. Вот цитата из первоисточника: "Пассионарность отдельного человека *может сопрягаться с любыми способностями: высоким, средними, малыми, она не зависит от внешних воздействий, являясь чертой психической конституции данного человека; она не имеет отношения к этике, одинаково легко порождая подвиги и преступления, творчество и разрушение, благо и зло, исключая только равнодушие; она не делает человека "героем", ведущим "толпу", ибо большинство пассионариев находится в составе "толпы"*.

По Л.Н. Гумилеву цикл этногенеза разделяется на следующие стадии:

0). Пассионарный толчок - по его мнению, это одномоментная мутация, проходящая тысячекилометровыми полосами по поверхности Земли по космическим (предположительно в экстремумы солнечной активности) или тектоническим причинам. Такая трактовка – наиболее слабое с точки зрения науки место и вызывает обоснованные возражения, т.к. примитивизирует сложные явления. Но это объяснимо – Л.Н.

Гумилев не биолог, а гуманитарий (историк, сын выдающихся русских поэтов – А. Ахматовой и Н. Гумилева).

1).Подъем (примерно 15 поколений) - единовременное увеличение количества мутантных особей в зоне пассионарного толчка, которые аккумулируются в регионах, сочетающих разнообразные ландшафты (об этом ниже), и начинают вырабатывать новый отличный стереотип поведения, характерный для новорожденного этноса; причём для современников подъём становится заметен только уже во второй своей половине;

2).Перегрев, или акматическая фаза (15 поколений) - *избыток* пассионариев в популяции, которая приобретает сложную и изменчивую этническую структуру (разные вариации стереотипа поведения); не находящая применения пассионарность пожирает саму себя;

3).Надлом (10 поколений) с резкий спад пассионарного напряжения, упрощение этнической структуры и как результат кристаллизация 2-3 разных стереотипов поведения (раскол этнического поля);

4).Инерционная фаза (15 поколений) - стадия медленного снижения “среднего” уровня пассионарности, относительно

спокойная, когда большинство населения занято своим благоустройством;

5).Обскурация (5 поколений) - фаза относительно быстрого этнического распада и угасания;

6).Гомеостаз с уровень пассионарности близок к нулю, отсутствие самостоятельного социального и исторического развития, пассивное существование за счет унаследованного ландшафта и выработанного в историческую эпоху стереотипа поведения; длительность фазы фактически ограничена только внешними воздействиями.

Если посмотреть на этногенез в популяционно-генетическом аспекте, то можно выделить как раз три "чистые" фазы:

акматическую - преобладание пассионариев, инерционную - преобладание гармонариев и гомеостаз, когда абсолютное большинство составляют субпассионарии. Остальные же три фазы являются переходными между первыми тремя, когда ни один генотип не составляет стабильного большинства, как правило, эти фазы являются самыми разрушительными.

В теории Л.Н. Гумилева важное место имеет понятие «вмещающий (этнос) ландшафт» – это среда (иногда сменяемая и, во всяком случае, изменяемая по мере этногенеза. Стадия подъема сопровождается ростом воздействия на вмещающий ландшафт, а иногда (у кочевников, например, сменой его).

Здесь полезно посмотреть на работы другого гуманитария – антрополога В.П. Алексеева, разработавшего концепцию антропогеоценоза (на примере так называемых «традиционных обществ»). Он принял, что взаимоотношения «человек-среда» преломляются через взаимоотношения между индивидуумами (и их группами) в надорганизменных системах вида *Homo sapiens*. Среда («эксплуатируемая территория», по выражению В.П. Алексеева) служит источником ресурсов, а взаимоотношения упомянутых надорганизменных человеческих систем с данным источником – это «производственная деятельность». Надорганизменные объединения людей, представляющие собой подсистемы антропогеоценозов, В.П. Алексеев определил как «хозяйственные коллективы», делая упор на их функциональную (т.е. экологическую) роль – эксплуатацию ресурсов. В таких системах надорганизменного уровня именно взаимоотношения между индивидуумами обеспечивают, во-первых, целостность и, во-вторых, разделение функций между структурными подразделениями. Говоря языком классической экологии, «производственные коллективы» – это группировки популяционного ранга, очень близкие к элементарным этносам.

Более того, направление развития антропогеоценозов, представляющих собой, по сути, экологические системы, состоящие из двух подсистем, с точностью до терминологии напоминает описываемые Л.Н. Гумилевым изменения взаимоотношений этноса с вмещающим ландшафтом при пассионарном подъеме.

Контрольные вопросы:

- (1) Чем этнические системы человека отличаются от популяционных других видов, а чем они сходны?
- (2) Каковы критерии принадлежности к определенной этнической группировке?
- (3) Соотношение этнической и расовой структур. Какая из них формируется быстрее и почему?
- (4) В чем сходство, а в чем различие эволюции культур (цивилизаций) и биологической эволюции?
- (5) Что такое антропогеоценоз по В.А. Алексееву? Как динамика антропогеоценозов соотносится с циклами этногенеза по Л.Н. Гумилеву?

Глава 8. Динамика численности человечества.

За период с конца 60-х годов XX века до начала нынешнего столетия человеческое население Земли, следуя уже упомянутой гиперболической тенденции, которая прослеживается с эпохи неолита, увеличилось более чем в два раза.

Если эта тенденция не прекратиться то теоретически (т.е. фантастически) можно ожидать, что численность должна стать бесконечной уже в XXIV веке, т.е. через 300-400 лет (100-200 поколений).

Конечно, это невозможно. Поэтому все без исключения футурологи предполагают, что самоускоряющийся рост численности («демографический взрыв» прекратиться, а численность людей стабилизируется. Вопрос только в том, на каком уровне?

В качестве примера попытки построить математическую модель роста численности можно назвать вышедшую в 1999 г. книгу С.П. Капицы (физика по своему образованию и месту работы), названную «Общая теория роста человечества»). К сожалению, в ней не учтены результаты моделей популяционной экологии, которые, как упоминалось в главе 5, тоже могут предсказывать гиперболический рост, если кооперация преобладает над конкуренцией. Это – следствие преобладания антропоцентричного взгляда; сознательно или нет человек рассматривается как феномен, стоящий вне остальной живой природы.

Поскольку главная адаптация человека – культура – в своей основе имеет совместную деятельность по взаимодействию со средой (которая является источником ресурсов), то нет ничего удивительного, в том, что рост человечества до сих пор носил «взрывной», самоускоряющийся характер. Проблемы и опасности слишком быстрого роста численности мы обсудим в следующей главе.

Демографические характеристики для разных народов весьма разнятся. Наиболее быстро растет (вопреки сложившемуся стереотипу мнений) население Арабского Востока (в частности, палестинцев из сектора Газа, а также Иордании), а на втором месте – страны Центральной Африки.

Если говорить о предпосылках ожидаемой стабилизации роста численности, то они заключаются в том, что в последние десятилетия действительно общие темпы прироста населения немного уменьшаются.

Это явление получило название «глобальный демографический переход».

Вопрос о том, откуда и куда переходит демография людей, мы обсудим в следующей главе, сейчас же нам необходимо отметить, что в последние несколько десятилетий наблюдается одновременное снижение рождаемости и смертности людей в мировом масштабе. Достаточно указать, что явно прослеживается обратная корреляция рождаемости с показателем «благополучия» (а проще говоря, богатства, т.е. возможностей потребления

больше ресурсов, чем другие) обществ, показателем которого может быть чисто экономическая категория - величина валового национального продукта на душу населения.

Оказывается, что снижение рождаемости - это не следствие бедности - скорее, именно среднее благополучие ведет к «переключению» усилий с увеличения прироста к заботе о себе и о малом количестве детей. Такой переход иногда происходит удивительно быстро. Например, Италия или Испания, в которых традиционно большие семьи существовали вплоть до начала их активной интеграции в Европейское сообщество, в настоящее время занимают последние места в Европе по рождаемости. При этом общий показатель прироста населения становится отрицательным – численность населения там медленно уменьшается.

С другой стороны, в «богатых» странах снижается общая смертность и увеличивается средняя продолжительность жизни. Такая тенденция наблюдается и в глобальном масштабе, но только в «богатых» странах два этих сопряженных процесса (снижение рождаемости и смертности одновременно) выражены намного ярче, чем в «бедных».

Однако явление «демографического перехода» не свидетельствует однозначно о тенденции к стабилизации на практически, ни теоретически. Во-первых, численность людей продолжает расти, только несколько более медленно, чем раньше. Во-вторых, одну и ту же удельную скорость роста можно получить при разных значениях рождаемости и смертности (низкая

смертность и низкая рождаемость или высокая смертность при высокой рождаемости). Так, если значение r есть разность m и d , то определенную величину r (скажем, 0,5) можно получить при разных значениях m и d – например, при $m = 1$ и $d = 0,5$ или при $m = 100$ и $d = 99,5$).

Контрольные вопросы:

- (1) Что такое «демографический взрыв» и «демографический переход»?
- (2) Что может быть (с популяционно-экологической точки зрения) причиной «самоускорения» роста численности человечества?
- (3) Следует ли неизбежность стабилизации численности населения из каких-либо теоретических соображений?
- (4) Является ли «глобальный демографический переход» четким свидетельством вступления в силу механизмов саморегуляции и почему?
- (5) Современные модели роста численности человечества.

Лекция 9. Современный этап: достоинства и вызовы.

Что же можно ожидать от современного «демографического перехода», происходящего в ходе продолжающегося «демографического взрыва»?

Как мы выяснили, есть некоторые свидетельства того, что в среднем темпы прироста населения уменьшились. Естественно, с точки зрения традиционной экологии главный вывод состоит в том, что «более быстро растущие» этнические группы будут вытеснять «более медленно растущие». Однако с экологической точки зрения главное здесь не в этом; такие процессы происходили на протяжении всей истории человечества., где изоляция не столь важна как для других видов – она не приводит к появлению более адаптированных форм.

Глобальный характер «демографического перехода» свидетельствует о переходе со стратегии, которая ближе к r-стратегии к той, что ближе к K-стратегии. Это соответствует ожиданиям «теории оптимальных жизненных циклов», упомянутой ранее (глава 6) – улучшение благополучия (стабильности условий) и возрастающая организованность человечества как аналога «метапопуляции» должна приводить к тому, что начнет преобладать K – стратегия. При этом скорость роста численности может не очень измениться.

Слишком быстрый рост численности, как показал Р. Мэй из Оксфордского университета на популяционных моделях чреват (при том, что всегда существуют определенные временные циклы - цирканые на уровне надорганизменных систем, - приводящие к тому, что время нельзя считать непрерывным) возможностями срывов даже без истощения ресурсов. Человечество сможет найти новые ресурсы - оно всегда это делало, как мы знаем, - но преодолеть дискретность времени ему маловероятно.

Кроме того, К-стратегии более чувствительны (менее устойчивы) к внезапным переменам обстановки, чем г-стратегии. Более того, постарение населения, неизбежное (и наблюдаемое!) при демографическом переходе имеет очевидные функциональные «слабые места». К тому же в странах, где переход наиболее заметен, кривая ожидаемой продолжительности жизни демонстрирует странные провалы в самых активных возрастных (а значит и функциональных) группах. «Кормильцы» страдают от напряженной современной жизни больше других групп.

Контрольные вопросы:

(1) Могут ли r -и K -стратегии иметь одинаковую приспособленность?

Если «да» или «нет», то почему?

(2) Каковы достоинства и недостатки перехода с r -стратегии на K – стратегию?

(3) Почему с экологической точки зрения, в «богатых» странах и рождаемость, и смертность в среднем ниже, чем в «бедных»?

(4) Чем различаются кривые выживаемости в «богатых» (стабильных) и «бедных» (нестабильных) обществах?