

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 14.11.2022 15:29:14  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курский государственный технический университет»  
(КурскГТУ)  
Кафедра охраны труда и окружающей среды



работе  
Иванов  
2010г.

**Структура и видовое разнообразие биоценозов**

Методические указания к проведению практической работы по  
дисциплинам «Общая экология», «Экология Курского края»,  
«Экология»  
для студентов всех специальностей

Курск 2010

УДК 66.074.2/3

Составитель: Д.Е.Татаренко

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В.Протасов*

**Структура и видовое разнообразие биоценозов** [Текст]:  
Методические указания к проведению практической работы по дисциплинам «Общая экология», «Экология Курского края», «Экология» для студентов всех специальностей / Курск. гос. техн. ун-т; сост. Д.Е. Татаренко. Курск, 2010. 16 с: табл. 3

Излагаются основные теоретические понятия о структуре и развитии природных биоценозов. Приводятся некоторые индексы и математические коэффициенты, используемые для оценки биологического разнообразия экосистем. Также даны примеры методов качественного сравнения биоценозов исходя из количественных данных по отдельным группам фауны и флоры.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.05.10. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л.1,0. Уч. изд.л. 1,0. Тираж 30 экз. Заказ 352. Бесплатно.  
Курский государственный технический университет  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель занятия:**

Изучить основные типы определения численности видов и обилия биологических групп на основе эколого-флористических и эколого-фаунистических сборов и коллекционных материалов;

Изучить основные типы определения бета-разнообразия таксонов путём использования разных индексов биоценотического обчёта и сравнения видовых списков в экосистемах.

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

К области **синэкологии** относятся самые различные научные работы, затрагивающие всевозможные аспекты и особенности строения и функционирования целостных экосистем – биоценозов, биогеоценозов или всей биосферы планеты. Это могут быть и наземно-сухопутные, морские, солонатоводные, пресноводные или почвенные экосистемы. Теоретически сюда относятся и паразитоценозы, а также огромные по площади и очень сложные по своим параметрам пространственно-временного распределения разнообразных групп живых существ (животных, растений-продуцентов, грибов, микроорганизмов и др.), которые обитают на территориях целых континентов, зоогеографических зон (биомов) или биогеографических областей.

Видовой состав живых организмов может быть изучен в границах экосистемы любого ранга. Как правило, самые главные причины, определяющие их биоразнообразие, заключаются в физико-географических особенностях ландшафтов, естественной историей развития геологического рельефа, зависят от мезоклимата и макроклимата. Важное значение может иметь и **естественная сукцессия** (закономерности длительного изменения) растительного покрова и биоценоза в целом. Все организмы, входящие в состав экосистемы, постепенно меняют её физическую и химическую среду. Изменяется общее количество органического вещества. Существуют также сложные взаимосвязи между гетеротрофами и автотрофами внутри биоценоза, создающие направления более или менее динамичного развития. Из-за совместного и комплексного действия биотических и абиотических факторов среды можно различать два основных типа сукцессий, меняющих биоразнообразие экосистемы.

1-й тип – это **конструктивные сукцессии**, когда биомасса организмов постепенно накапливается (заселение местообитания после пожаров, наводнений, рубки лесов, схода снежных лавин и геологических сбросов и проч.). Часто в первое время преимущество имеют представители флоры и фауны с большим биотическим потенциалом к размножению. Биоразнообразие может увеличиваться согласно сложнейшим эколого-биологическим закономерностям и не обязательно эта зависимость будет линейной.

2-й тип – это **деструктивные сукцессии**, когда разрушается накопившаяся ранее биомасса и органический субстрат разлагается почти полностью. Здесь тоже сложным образом меняется число видов и биологических групп. В основном это связано с переработкой подстилки в биоценозе, с отмирающими деревьями и кустарниками, утилизацией донных отложений и т.д.

**Климатическое сообщество** – это терминальная стадия развития биоценоза (устойчиво и длительно существующая при данных климатических условиях) – обычно очень богато по видовому составу. В некоторых местах планеты есть сообщества, содержащие большое разнообразие реликтов (палеореликты – древние группы живых существ, сохранившиеся на ограниченных территориях или акваториях).

Есть и другие типы и классификации сукцессий, связанные с естественными или антропогенными факторами среды.

Нередко отмечают, что видовое разнообразие флоры и фауны возрастает в широтном направлении в сторону экватора Земли, но и эта закономерность может нарушаться из-за сложности распределения зоогеографических зон и мозаики биогеоценозов на поверхности суши. В широтном направлении также возможны колебания численности видов и смена групп организмов из-за расположения океанов и изменений макроклимата. Ещё более сложные особенности могут наблюдаться в трёхмерном пространстве гидросферы.

Кроме того, в биологии хорошо известен эффект **эктона** – природное явление, связанное с границами биогеоценозов, ландшафтов, крупных природно-территориальных комплексов, зоогеографических зон (биомов) и т.п. Вследствие разнообразия абиотических и биотических факторов на границе биоценозов

условия очень переменны, что позволяет сосуществовать огромному количеству таксонов насекомых, растений, пауков, птиц, мелких млекопитающих, растений и т.д.

Важно подчеркнуть, что любое первоначальное эколого-биологическое и биоценологическое изучение экосистемы невозможно без выяснения **максимально вероятного числа компонентов этой системы** – то есть в каждом конкретном исследовании необходимо установить определённый видовой состав обитающих вместе **продуцентов, редуцентов и консументов**. Однако, полученные видовые списки – это только основа для дальнейшего ещё более сложного анализа с точки зрения эколого-фаунистического и эколого-флористического рассмотрения всех живых организмов в данном биоценозе.

Как правило, какие-либо дополнительные биологические и экологические данные по изменениям флоры и фауны (а также по биологии отдельных видов и популяций) также собираются учёными на протяжении разных периодов работы путём наблюдения и описания в естественных природных биогеоценозах. В любом случае это и есть наиболее важные основные, первичные и фундаментальные материалы об экосистеме, а особенности их увеличения, деградации и вымирания могут иметь прикладное биоиндикационное значение.

Нередко достаточно информативный материал получается уже при составлении точного видового состава данной территории (административного региона, конкретной экосистемы, зоогеографической зоны и т.д.). Это связано с тем, что многие биологические особенности и закономерности распределения, например, европейских популяций животных и растений не так уж сильно отличаются друг от друга. Хотя в природе нет совершенно одинаковых популяций или тем более подвидов живых организмов (в основном подразумевается их генетическое или фенотипическое разнообразие).

Часто учёные-профессионалы исследуют экосистемы только для определённых фаунистических или флористических задач. Кроме того, на практике из-за трудностей в коллектировании или идентификации видов научные описания и сравнения специалисты проводят только по нескольким или одному таксону (группе видов).

Отметим, что любая биологическая работа начинается с правильной и корректной идентификации (определения) объекта исследования, что нередко доступно только узким специалистам по той или группе. Точное научное определение бактерий, многих простейших, водорослей, грибов, мелких беспозвоночных животных крайне сложно из-за необходимости анализа мелких и подвижных структур живых организмов. Поэтому собранные флористические и фаунистические коллекции изучают в лабораторных условиях. Для повышения точности определения осуществляются серийные сборы (лучше – на разных стадиях онтогенеза). Это необходимо не только потому, что разные признаки видов подвержены изменчивости, но и для изучения численности живых существ, влияния различных факторов среды на внутривидовое разнообразие морфологических особенностей, для оценки биоразнообразия таксонов и т.д.

И, конечно, у ботаников и зоологов никогда нет гарантий, что выявлен полный список видов рассматриваемой биологической группы. Нередко это связано не только с сезонностью экспедиционной работы, но и из-за спонтанных процессов эмиграции и иммиграции. Иногда полнота выявления видового состава таксона может зависеть от числа проб, применяемых методов сбора (например, когда преобладают личиночные или взрослые стадии), от периодов (сезонов) и способов наблюдения и подсчёта, от их количества и т.д.

Кроме того, на территории трансформированных и сильно изменённых экосистем видовой состав бывает значительно обеднённым по причинам прямых или косвенных негативных антропогенных воздействий, длительности и силе этих процессов и т.д.

Для начального ознакомления с количественными параметрами биоценозов нам в принципе будет достаточно рассмотреть **альфа-и бета-разнообразие** экосистем. Первый термин отражает конкретное видовое богатство – общее число видов в данном сообществе и видовую насыщенность – среднее число видов на единицу площади (или объёма). Кроме того, важно знать и так называемое **бета-разнообразие** – это изменчивость альфа-разнообразия, т.е. индексы сравнения биоразнообразия между «адекватными» биогеоценозами,

коэффициенты сходства и гетерогенности. Все научно-исследовательские сборы и учёты целесообразно проводить в периоды максимальной активности живых существ (время года, погодные условия), для растений – в периоды цветения и плодоношения.

Один из наиболее простых способов, как ориентировочно оценить численность того или иного представителя флоры или фауны – это каким-то способом определить **встречаемость** данного вида организмов. Фактически при изучении биоразнообразия экосистем это может означать процент проб, в котором встречен данный биологический вид. Количество проб из-за особенностей среды обитания животных и растений, из-за методов и техники сбора или по другим причинам может сильно различаться, но в любом случае точность обычно бывает большей при случайном распределении особей, т.е. относительно более равномерном на изучаемой территории. Очевидно, что при агрегированном размещении организмов этот показатель менее точен, особенно при увеличении площади территории (или акватории), когда нахождение или пропуск скоплений живых существ может значительно сказаться на точности оценки встречаемости.

Этот относительно простой способ имеет смысл в тех случаях, сами пробы (например, учётные площадки с заданной площадью) суммарно примерно равны по охватываемой площади экосистемы.

Но на практике чаще всего приходится иметь дело со сборами разных экспедиций разных учёных, в различные годы и неодинаковых по стилю сбора (включая различные стадии развития организмов) по объёму материала (иногда это может быть и полезным для получения максимально информативного описания). И из таких данных тоже можно вывести общее представление о редкости того или иного вида.

Существуют несколько способов определения основных показателей видового биоразнообразия, которое характеризуется одним единственным числом. В зависимости от конкретных условий коллектирования, изучения и сбора для оценки таксономических списков следует использовать тот или иной параметр. Как правило, эта часть работы приходит с опытом по мере долгой и тщательной обработки природных материалов и коллекций.

### 1. Индексы видового богатства.

В основном эти параметры отражают число таксонов в конкретных выборках, часто дополненных для получения максимально полной и достоверной картины о биоценозе и наблюдениями, рисунками, фотографиями, собранными личиночными стадиями при отсутствии имаго и т.п.

1,2) **Индексы Маргалефа и Менхинника** (позволяют оценить – сколько видов приходится на число собранных или учтённых особей).

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N,$$

$$D_{Mn} = S / \sqrt{N}$$

где  $S$  - число выявленных видов,

$N$  - общее число особей всех найденных видов.

3) **Индекс Шеннона:**  $H = - \sum p_i \ln p_i$ ,  $p_i$  - доля особей  $i$ -й биогруппы,

или более подробно:  $H = - \sum N_i / N \ln N_i / N$ ,

где  $H$  – видовое разнообразие в битах,  $N_i$  - число особей  $i$  – ой биогруппы,  $N$  - общее число особей.

4) **Коэффициенты доминантности:**

а) **Индекс Бергера-Паркера:**  $D = (N_i / N) 100\%$ , где  $N_i$  - это численность всех особей данного вида (группы, семейства) во всех пробах, а  $N$  – это общая численность особей всех видов (всех групп, семейств) во всех пробах. Суммарно этот показатель равен 100%.

б) **Индекс Симпсона:**  $D_s = \sum (n(n-1)) / N(N-1) 100\%$ .

Как правило, индексы доминирования слабо чувствительны к объёму выборки и умеренно улавливают различия между биотопами, но при этом хорошо маркируют обилие фоновых (массовых) видов и таксонов.

### 2. Индексы сходства и различия.

Очень часто для эколого-теоретических, общебиологических или природоохранных целей важно сравнить сходные (т.е. относительно равноценные или адекватные друг другу) по основным признакам биоценозы (например, широколиственные, мелколиственные, смешанные леса одного типа – нагорные,

пойменные, байрачные и т.д.). Это даёт право сделать более корректные выводы о наиболее богатых и ценных экосистемах «одного ранга» по обилию или своеобразию их редких, реликтовых или уязвимых представителей флоры и фауны. Иногда для общих биологических исследований важно знать сравнительные характеристики разных сообществ между собой – по набору каких-то жизненных форм организмов, таксонов или отдельных видов. Здесь тоже нужно биологически корректно птиц сравнивать с птицами, водорослей – с водорослями, насекомых – с насекомыми.

Причём эти наблюдаемые различия, например, на территории наземно-сухопутных биоценозов могут проявляться не только в широтном или меридиональном направлении. Подобных примеров множество во всех географических зонах Евро-Азиатского континента. Существует структура вертикальной зональности в распределении разных популяций - от уровня моря до самых высоких ледников. В разных горных системах есть переходы от одного пояса к другому, проявляется эффект экотона и есть **азональные** биотопы (сообщества), которые вкрапливаются в общую однородную систему биоценозов одной зоны.

Очевидно, что биоценозы отличаются между собой не только по видовому разнообразию флоры и фауны, но и по обилию того иного таксона продуцентов, консументов или редуцентов. Количество особей может очень сильно отличаться в экосистемах даже одного и того же региона в пределах одной и той же зоогеографической зоны (биома), в акватории одной и той же экологической зоны Мирового океана или на территории одного природно-территориального комплекса. Число массовых видов, а также доминантных (или субдоминантных) видов в биоценозе не бывает большим. Чаще всего в биоценозах, которые существуют сотни и тысячи лет и могут считаться старыми и устойчивыми (по набору и соотношению автотрофов и гетеротрофов) многие виды и группы обладают средней или совсем небольшой численностью.

При исследовании экологических систем одного уровня организации и при сравнении их эколого-биологической структуры нередко бывают полезны разные математические коэффициенты, в том числе, например, коэффициенты Жаккара ( $K_1$ ), Сьеренсена ( $K_2$ ), Кульчинского ( $K_3$ ):

$$K_1 = \frac{C}{A+B+C}; \quad K_2 = \frac{2C}{A+B}; \quad K_3 = \frac{C}{A+B-2C};$$

где А – число видов данной биологической группы в одной экосистеме (территории); В – число видов той же биологической группы в другой экосистеме; С – число видов, общих для обеих экосистем (территорий или акваторий).

Первый коэффициент сравнения разнообразия более строгий и пропорциональный, второй имеет большую «разрешающую силу», когда сходство не очень сильно выражено и многие виды встречаются в обеих биогеоценозах. При вычислениях их нередко представляют попарно в одной и той же таблице, верхнюю правую часть ячейки заполняют значением  $K_1$ , а нижнюю левую коэффициентом  $K_2$ .

Все три вышеуказанных коэффициента выражаются одним определённым числом и носят качественный характер (примерно определяется сходство экосистем по заданному набору признаков).

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

#### Задание № 1.

По данным таблицы № 1 построить две диаграммы:

- 1) число видов жёсткокрылых на разных участках заповедника;
- 2) общее количество особей жуков-хортобионтов (обитателей травянистого яруса) в зависимости на разных участках заповедника. Сделайте выводы и комментарии о полученных эколого-биологических характеристиках.

#### Задание № 2.

На степных участках заповедника «Галичья гора» в течение 2-х лет с весны до осени проводились сборы жёсткокрылых (жуков) методом кошения энтомологическим сачком (собрали 3851 экз. насекомых). Численность и видовое разнообразие жуков-хортобионтов показаны в табл. 2.

Найти индексы Маргалефа, Менхиника, Шеннона и коэффициенты доминантности для каждого семейства жёсткокрылых, сделать выводы о чувствительности этих параметров

#### Задание № 3.

Один из горных хребтов Кавказа имеет следующие типы ландшафтов:

1. Горные полупустыни (группировки нагорных ксерофитов с можжевельниками, таволгой, астрагалами и т.д.)

2. Горные степи. Разнотравные сообщества, в том числе на известняковых частях горных пород.

3. Лесные ландшафты. Включают нижний пояс леса (1500-1800 м) – буковые и широколиственно-сосновые леса, чисто сосновые, смешанные и лиственные берёзово-рябиновые леса.

4. Субальпийские луга. От 1700-1900 до 2500-2600 м н.у.м. Различают мезофитные и сухие остепнённые луга.

5. Альпийские луга. Мелкоосоково-мелкозлаково-разнотравные ассоциации.

6. Субнивальный пояс. Холодостойкие растения: мхи, лишайники, отдельные цветковые растения вокруг ледников. Встречаются на камнях и скалах, осыпях и моренах.

7. Агрорландшафты. Сады и поля в основном по южным склонам ущелий (пшеница, кукуруза и другие сельскохозяйственные растения).

Эти зоны комплексные, каждый пояс более-менее постепенно переходит один в другой. По многолетним сборам жуков (из семейства жужелиц) найти коэффициенты сходства Жаккара, Сьеренсена, Кульчинского между шестью основными горными поясами и сделать общие выводы о сходстве энтомофаун этих членистоногих. Какие различия в полученных коэффициентах кажутся вам наиболее важными?

#### Отчёт по практическому заданию должен содержать:

1. Теоретические основы методики расчёта видового и таксономического разнообразия в биоценозе (формулы индексов и коэффициентов с кратким объяснением входящих в них величин).

2. Собственно расчёт коэффициентов разнообразия. Рекомендации по охране экосистем (биогеоценозов) для максимального поддержания численности всех таксонов органического мира, которые входят в их состав.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

#### Вопросы для устного самоконтроля:

1. Дайте определение экосистемы. Приведите примеры.
2. Чем естественные природные экосистемы отличаются от искусственных (агроценозов и урбоценозов)?
3. Что представляет собой явление экотона? Приведите примеры.
4. Чем биоценоз отличается от биогеоценоза?
5. Чем определяется устойчивость естественного сообщества или экосистемы?
6. Что представляет собой явление естественной сукцессии и от каких условий и факторов она зависит?

#### Вопросы для письменного самоконтроля:

1. Что такое альфа-разнообразие таксонов?
2. Что такое бета-разнообразие таксонов?
3. Что такое виды-доминанты? Определение.
4. Что такое реликтовые виды? Определение.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вальтер Г. Общая геоботаника. Изд. Мир, 1982 г. 264 С.
2. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. Изд. «Высшая школа». М., 1971 г., 480 С.
3. Чернышёв В.Б. Экология насекомых. М. Изд. МГУ. 1996 г., 304 С.

ТАБЛИЦА № 1.

Численность и видовое разнообразие жуков-хортобионтов на степных участках заповедника «Галичья гора» с различными режимами содержания (Цуриков, 2002).

Участки степи	Количество экземпляров жёсткокрылых	Количество видов жёсткокрылых
Пал	1094	91
Периодически косимый	817	104
Абсолютно заповедный	656	76
Ежегодно косимый	645	72
Выпас	639	73
Всего:	3851	183

ТАБЛИЦА № 2.

Состав и численность семейств жёсткокрылых-хортобионтов на степных участках заповедника «Галичья гора» (Цуриков, 2002).

	Семейства жуков Coleoptera	Количество экземпляров	Количество видов
1.	Alleculidae (Пыльцееды)	5	1
2.	Anthicidae (Быстрянки)	1	1
3.	Attelabidae (Трубковёрты)	10	4
4.	Bruchidae (Зерновки)	80	3
5.	Vuprestidae (Златки)	26	2
6.	Cantharidae (Мягкотелки)	18	4
7.	Carabidae (Жужелицы)	1	1
8.	Cerambycidae (Усачи)	4	2
9.	Chrysomelidae (Листоеды)	1152	53
10.	Coccinellidae (Божьи коровки)	508	14
11.	Cryptophagidae (Скрытноеды)	1	1
12.	Curculionidae (Долгоносики)	1311	63
13.	Elateridae (Щелкуны)	29	5
14.	Histeridae (Карапузики)	1	1
15.	Lagriidae (Мохнатки)	1	1
16.	Lathridiidae (Скрытники)	126	5
17.	Melyridae (Мелириды)	99	3
18.	Mordellidae (Горбатки)	195	7
19.	Nitidulidae (Блестянки)	176	3
20.	Oedemeridae (Узкокрылки)	7	3
21.	Phalacridae (Гладыши)	97	3
22.	Scarabaeidae (Пластинчатоусые)	2	2
23.	Tenebrionidae (Чернотелки)	1	1
	Всего:	3851	183

ТАБЛИЦА № 3.

Матрица мер пересечения между фаунами жужелиц (Ильина, 1995).

	1- гор- ные степи	2- леса	3- субаль- пийский пояс	4- альпий- ский пояс	5- культурные ландшафты	6- азональные биотопы
1 горные степи	<u>70</u>					
2 леса	21	<u>110</u>				
3 субальпийский пояс	13	44	<u>65</u>			
4 альпийский пояс	1	1	13	<u>29</u>		
5 культурные ландшафты	31	31	18	0	<u>50</u>	
6 аazonальные биотопы	11	28	16	12	2	<u>68</u>



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Несвицкий, проректор  
профессор кафедры учебной работе  
Е.А. Кудряшов  
\_\_\_\_\_ 2012 г.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ**

Методические указания к проведению практических занятий  
по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды»,  
«Информационная экология», «Экология Курского края» для студентов  
всех специальностей и направлений  
очной и заочной формы обучения

Курск 2012

УДК 504

Составители: В.М. Попов, В.В. Юшин, О.И. Белякова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

**Экологические аспекты народонаселения:** методические указания к проведению практических занятий по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды», «Информационная экология», «Экология Курского края» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, В.В. Юшин, О.И. Белякова. Курск, 2012. 16 с.: ил. 2. Библиогр.: с. 16.

Излагаются основные демографические понятия, влияние численности населения на окружающую среду, проводится демографический анализ ситуации в Курской области за 60 лет.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений очной и заочной формы обучения, изучающих дисциплины «Экология», «Экология городской среды», «Информационная экология», «Экология Курского края».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *14.01.16* Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. *0,93*. Уч.-изд.л. *0,84*. Тираж 50 экз. Заказ *501*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет,  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

#### **Цель занятия:**

изучить основные факторы, определяющие численность мирового населения и скорость ее изменения;

изучить демографическую ситуацию в Курской области.

#### **Общие положения**

В известной степени, экологические последствия связаны с численностью населения, стилем жизни и уровнем экологического сознания. Все три составляющие этой зависимости вполне равноправны и должны рассматриваться в тесной взаимосвязи.

Сегодня в мире существуют как бы две самостоятельных «проблемы народонаселения». Одна из них касается промышленно развитых стран (страны Западной Европы, США, Канада, Австралия, Япония и др.), где экологические проблемы не столько связаны с численностью населения, сколько с последствиями стиля жизни – накопления огромного количества токсических отходов, истощением природных ресурсов и т.д. Если попытаться поднять уровень жизни всех людей до уровня жизни в развитых странах, для этого потребуется увеличить потребление сырья, энергии и воды на порядок, что нереально, – такую антропогенную нагрузку биосфера вряд ли выдержит.

Перед менее развитыми странами остро стоит проблема обеспечения продовольствия быстро растущего населения. В связи с этим люди вынуждены вырубать леса, нерационально использовать пастбища и пашни, вызывая их истощение. Такое развитие весьма неустойчиво. По существу, народы этих стран ради выживания в ближайшие годы могут вызвать в долгосрочной перспективе экологическую катастрофу.

Таким образом, одно из важнейших условий дальнейшего развития человечества – стабилизация его численности и снижение отрицательного воздействия на окружающую среду. Только добившись собственного популяционного равновесия, можно и дальше развивать культуру, технологию, цивилизацию в целом.

Последние 150 лет население нашей планеты резко возросло и продолжает расти все убыстряющимися темпами. Так, в 1850 г. численность составляла 1 млрд. человек. Потребовалось 80 лет для того, чтобы она удвоилась (1930 г.). После второй мировой войны рост населения развитых стран начал стабилизироваться, однако в развивающихся странах демографический взрыв продолжался. К 1960 г. был достигнут третий миллиард, а к 1974 г. – всего через 14 лет – уже и четвертый. К середине 1991 г. на Земле стало 5 млрд. 380 тыс. человек. И наконец, в 1999 г. население Земли достигло 6 млрд. Сегодня в более развитых странах рождаемость вплотную приблизилась к уровню простого воспроизводства. В менее развитых она тоже стала снижаться, однако темпы снижения там далеко ещё не достаточны.

Реальное экономическое развитие нации с точки зрения обеспечения людей всем необходимым представляет собой в известной степени разницу между ростом экономики и населения. Если рост экономики отстаёт от роста населения, то реальный экономический рост отрицательный. Экономические успехи как бы сводятся на нет ростом населения, и уровень жизни населения в этих странах обречен на снижение. Поскольку большинство населения проживает в развивающихся странах, такая тенденция чрезвычайно опасна. Сегодня, несмотря на колоссальные усилия, предпринимаемые человечеством в целях экономического роста, огромная часть населения Земли (около 1,225 млн чел.) относится к категории абсолютно бедных, среди которых 400 млн. голодают и 100 млн. чел. – это бездомные. Если бы население Земли “сжать” до размеров деревушки с населением в 100 человек, а все существующие соотношения современного человечества остались бы прежними, то получилась бы следующая картина:

- в ней проживало бы 57 азиатов, 21 европеец, 14 представителей Америки, 8 африканцев;
- 70 из 100 были бы “цветными” (не белыми);
- 50% всех богатств оказалось бы в руках 6 человек, и все они были бы гражданами США;
- 70 человек не умели бы читать;

- 50 страдали от недоедания;
- 80% жили бы в жилищах, для проживания не приспособленных;
- только 1 человек имел бы университетское образование.

Четыре основных фактора определяют численность народонаселения и скорость ее изменения:

*Разница между коэффициентом рождаемости  $K_p$  (число новорожденных детей на 1000 жителей в год) и коэффициентом смертности  $K_c$  (число смертей за год на 1000 жителей). Разница между  $K_p$  и  $K_c$  называется коэффициентом естественного прироста населения  $K_{np}$  (рис.1).*

Величина, на которую изменяется общая численность за год, называется коэффициентом ежегодного естественного движения населения  $K_{ed}$ , %:

$$K_{ed} = \frac{K_p - K_c}{10}$$

Коэффициент рождаемости зависит от следующих факторов:

- среднего уровня образованности и обеспеченности - коэффициент рождаемости обычно ниже в развитых странах, где эти показатели высоки;
- роли детей как трудовой силы; коэффициент рождаемости имеет тенденцию к возрастанию в развивающихся странах (особенно в сельской местности); он ниже в странах, где обязательное образование изымает детей из трудовой деятельности в течении большей части года;
- урбанизации - в городах существует тенденция к снижению коэффициента рождаемости по сравнению с сельскими жителями, нуждающимися в детях для помощи в выращивании урожая, в сборе – дров и в других домашних целях;
- высокая стоимость воспитания детей - коэффициент рождаемости снижается в экономически развитых странах, где обязательное образование, а детский труд запрещен законодательно; в этих странах воспитание детей требует больших затрат, т.к. они не могут работать до достижения взрослого возраста;
- возможности для женщин получить образование и работу - в развивающихся странах традиционно главная задача женщины –

рожать и воспитывать детей. В индустриальном обществе равноправие, и женщины стремятся реализовать его не только в рамках семьи;

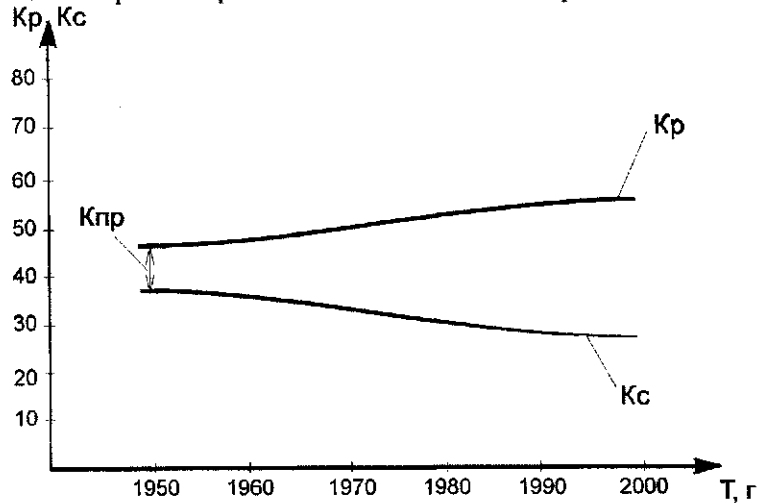


Рис. 1. Изменение коэффициента рождаемости и смертности

- коэффициент детской смертности – коэффициент рождаемости находится в прямой зависимости от детской смертности. В странах, где семьи нуждаются в детях как рабочей силы, родители должны заводить лишних детей как гарантии от детской смертности;

- средний возраст вступления в брак (средний возраст рождения ребенка) – коэффициент рождаемости существенно ниже, где средний возраст вступления в брак женщины выше 25 лет;

- доступность пенсионного образования – в развивающихся странах большая семья в известной степени гарантирует надежное положение стариков;

- доступность противозачаточных средства; при широкой доступности этих средств коэффициент рождаемости снижается; однако данный фактор может вступать в противоречие с религиозными воззрениями;

- культурные традиции – в аграрном обществе, как правило, достаточно сильны религиозные веяния, а некоторые религии поощряют крупные семьи. В городах люди обычно уходят из-под влияния религиозных догм.

Быстрый рост мирового населения, однако, обусловлен не столько подъемом коэффициента рождаемости, сколько снижением смертности.

Причины снижения коэффициента смертности:

- улучшение условий питания в результате возросшего производства продовольствия и его лучшего распределения;

- сокращение эпидемий и инфекционных заболеваний в результате совершенствования систем личной гигиены и водоснабжения;

- совершенствования медицинского обслуживания.

*Миграция.* В общем случае среднегодовая величина изменения численности населения есть рождаемость + иммиграция (въезд) за вычетом смертности и эмиграции (выезд). Большинство стран контролируют до определенной степени темп прироста населения путем ограничения иммиграции.

*Коэффициент фертильности* – среднее число детей, рожденных женщиной за ее репродуктивный период. Численность населения Земли или отдельно взятой страны может выровняться или стабилизироваться только после того, как суммарный коэффициент фертильности будет равен или ниже среднего уровня простого воспроизводства (УПВ). УВП – число детей, которое должна иметь супружеская пара, чтобы обеспечить себе замену. С учетом смертности девочек до достижения ими репродуктивного возраста в экономически развитых странах УПВ – 2,1 ребенка на одну женщину. На суммарный коэффициент фертильности оказывают влияние те же факторы, что и на коэффициент рождаемости. При достижении уровня простого воспроизводства требуется некоторое время для стабилизации роста населения. Продолжительность этого периода зависит прежде всего от количества женщин, находящихся в репродуктивном возрасте (15 – 44 года) и от числа девочек в возрасте до 15 лет, которые вскоре вступят в свой репродуктивный период.

Количество жителей в каждой возрастной группе. От этого зависит промежуток времени, в течение которого рост населения мира стабилизируется. Чем больше женщин в репродуктивном и дорепродуктивном возрасте, тем длиннее период, который потребуется жителям, чтобы достичь нулевого прироста.

Для исследования возрастной структуры населения пользуются диаграммой возрастной структуры населения, в которой общее число мужчин и женщин распределено по трем возрастным категориям. На рис.2 показаны диаграммы с быстрым, медленным и нулевым приростом населения.

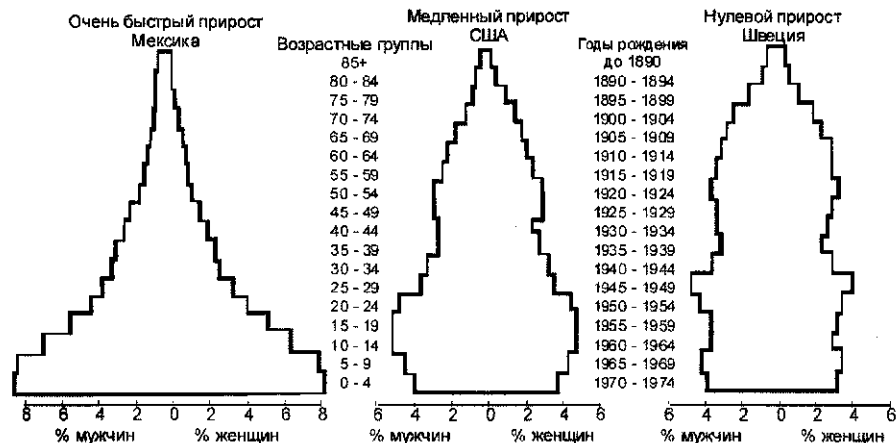


Рис.2. Диаграмма возрастной структуры населения в странах с быстрым, медленным и нулевым приростом. Дорепродуктивный возраст 0 – 14, репродуктивные годы 15 – 44 и постпродуктивный возраст 45 – 85.

Большинство развивающихся стран имеют возрастную структурную диаграмму пирамидообразного типа. Она отражает высокую долю детей в возрасте от 15 лет по сравнению с долей пожилых людей старше 65 лет. И напротив, диаграммы для

экономически развитых стран, характеризуются небольшим или даже нулевым приростом населения, имеют очень узкое основание. Это объясняется тем, что в этих странах процент жителей до 15 лет намного меньше, а пожилых людей в возрасте свыше 65 лет намного больше, чем в странах с высокими темпами прироста населения.

На основе диаграммы численности возможно прогнозирование численности населения в будущем и ряд других показателей. Проведем анализ диаграммы на пример США.

Пик деторождения в США пришелся на период с 1945 по 1965 г. Обусловленный же им 75 – миллионный прирост новых жителей будет перемещаться вверх по пирамиде в течении последующих 80 лет, т.е. до 2025 г., пока дети, родившиеся во времена демографического пика, будут проходить стадии юности, молодости, зрелости и старости. Это означает, что средний возраст населения США увеличивается. Основной причиной этого является именно, то что многочисленное поколение родившихся во времена демографического пика в настоящее время достигло среднего возраста (другой причиной является увеличение средней продолжительности жизни).

В настоящее время на поколение родившихся в период демографического бума приходится почти половина взрослых американцев. В абсолютном исчислении они доминируют в спросе населения на товары и системы обслуживания, а с течением времени создадут определенные трудности в работе службы социального обеспечения и медицинского обслуживания. В период между 1970 и 1985 годами следствием демографического взрыва стало пресыщение рынка руда и увеличение процента безработных среди молодежи. В 1989 году на долю этого поколения пришлось 60 % общего числа избирателей.

За время своей активной производственной деятельности категория жителей, родившихся во времена демографического бума, создаст большой запас средств в фонде социального обеспечения. Однако, даже если власти смогут устоять перед соблазном воспользоваться этим фондом, чтобы сбалансировать бюджет или для других целей, то большое количество вышедших на пенсию

представителей данной группы населения быстро израсходуют запас. Тяжелое экономическое бремя по содержанию столь большого количества пенсионеров придется на поколение периода снижения рождаемости, т.е. на значительно более малочисленную группу людей, родившихся между 1968 и 1989 годами, когда средний коэффициент фертильности резко снизился. Во многих отношениях для поколения периода снижения рождаемости жизнь будет более легкой, чем для поколения демографического бума. Снизится конкуренция в области образования, рынка приложения труда, сфере обслуживания.

Жители, родившиеся в период демографического спада, вряд ли будут испытывать трудности при первоначальном поступлении на работу, но у них появятся большие проблемы при продвижении по службе, когда они достигнут среднего возраста. К этому времени большая часть высокооплачиваемых должностей будет занята намного более многочисленными представителями демографического бума. Последние будут продолжать работать и не уйдут на пенсию, так как смогут сохранить здоровье и захотят создать пенсионный фонд, адекватный их потребностям. Основываясь на этих прогнозах, можно сделать заключение о том, что любые пики и сокращения в возрастной структуре населения создают множество социальных и экономических изменений, которые отражаются на жизни общества в течение десятилетий.

*Задание:* На основании данных, приведенных в таблице 1, 2, 3 и 4 построить:

1. График изменения коэффициента рождаемости  $K_p$  и смертности  $K_c$  в Курской области по годам за 60 лет. Показать на нем коэффициент естественного прироста  $K_{np}$ .
2. Диаграмму изменения коэффициента естественного движения  $K_{ед}$  населения Курской области по годам за 60 лет.
3. Построить диаграммы возрастной структуры Курской области в 1989, 2002 и 2009 годах.

Провести анализ построенных зависимостей. Сделать предположения о причинах существующего характера изменения демографических показателей.

На примере динамики коэффициента рождаемости и смертности в Курской области за последние 60 лет выделить периоды с высоким и низким уровнем этих показателей, прокомментировать выявленные тенденции, связав их с политической и социально-экономической обстановкой в стране. Сделайте прогноз демографической ситуации в области на 5-10 лет. Обоснуйте его.

Спрогнозируйте, какой может быть Ваша собственная жизнь в возрасте 25, 45 и 65 лет с учетом возрастной структуры современного населения области. Как это может отразиться на Вашей карьере или планах относительно количества детей в Вашей семье.







### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается проблема народонаселения.
2. Факторы определяющие численность народонаселения и скорость ее изменения.
3. Факторы, влияющие на коэффициент рождаемости.
4. Факторы, влияющие на коэффициент смертности.
5. Прогнозирование численности народонаселения.
- 6.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петров К.М. Общая экология. СПб: Химия, 1998 - 352 с.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов н/Д: Феникс, 2001 – 576 с.
3. Небел Б. Наука об окружающей среде: В 2-х т. Т.1. М.: Мир, 1993 – 424 с.
4. Миллер Т. Спешите спасти планету. В 2-х частях. Ч.П. М.: Прогресс-Пангея, 1994 – 336 с.
5. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х книгах. Кн.1. Народонаселение и пищевые ресурсы. М.: Мир, 1994 – 340 с.
6. Возрастно-половой состав населения Курской области. 2004: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. – Курск, 2004. – 117 с.
7. Статистический ежегодник Курской области. 2008: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. – Курск, 2008. – 197 с.
8. Статистический ежегодник Курской области. 2011: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. – Курск, 2011. – 445 с.