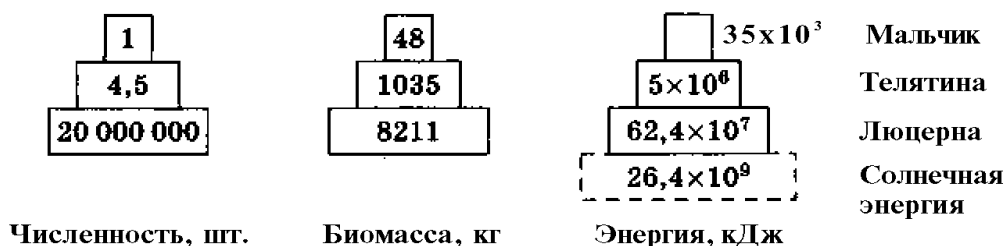


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2



Задача №1

Постройте возможные схемы пищевых цепей, включив в них следующие организмы: трава, грибы, ягодный кустарник, кролик, жук-навозник, паук, воробей, ястреб, волк, лисица, сова, уж обыкновенный, ястреб, травяная лягушка, заяц, полевка, тля, божья коровка, дуб, медуница, короед, дятел. Назовите организмы по типу питания.

Задача №2

Зная «правило 10 %», рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон – зоопланктон – мелкие рыбы – окунь – щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Задача №3

Дана пищевая цепь: растение – кузнечик – лягушка – уж – ястреб.

Постройте пирамиду чисел этой пищевой цепи, зная, что масса 1 побега травянистого растения – 5 г; 1 кузнечика – 1 г; 1 лягушки – 10 г; 1 ужа – около 100 г; 1 ястреба – 1,8 кг. Определите количество особей на каждом трофическом уровне исходя из того, что общая годовая продуктивность данной цепи составляет 40 т.

Задача №4

В одном из исследований (Грин, Стаут, Тейлор, 1990) обнаружилось, что количество ДДТ, заключенное в биомассе организмов, находящихся на разных трофических уровнях (цифрами выражено количество г ДДТ на $1 \cdot 10^6$ г биомассы организма), составляет:

Птица (скопа)	75	Хищник 2
Крупная рыба (саргана)	50	Хищник 1
Мелкая рыба (атериновые рыбы)	10	Травоядное животное
Водные растения (кладофора)	0,04	Продуцент
Вода	0,02	

1. Рассчитайте, во сколько раз возрастает концентрация ДДТ при переходе с одного трофического на другой? Почему этот показатель изменяется неравномерно?
2. На каком трофическом уровне ДДТ оказывает наибольшее влияние и почему?

3. Объясните, почему гибель позвоночные животные (птиц, млекопитающих) от ДДТ наблюдается в период нехватки корма?

ЭВОЛЮЦИЯ И МУТАГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ

Популяция - совокупность особей одного вида, объединяемых общей территорией и генофондом. Организмы относятся к одному виду, если они могут иметь способное к продолжению рода потомство.

Процесс развития биосферы, называемый эволюцией, является результатом множества микроэволюций – направленного изменения особей конкретной популяции. Эволюционные изменения популяций происходят под действием двух факторов: *мутации* организмов и *естественного отбора*.

Рассмотрим механизм передачи наследственных признаков при размножении особей.

Основная информация о строении организма содержится в генах – специфических макромолекулах, присутствующих в каждой клетке организма. Отдельные участки генов одинаковы для каждого организма данного вида. Они определяют принадлежность организма к данному виду, не могут изменяться в ходе эволюции и называются *гомозиготными*. Остальные участки генов, определяющие индивидуальные свойства организма, изменяются при смене поколений и называются *гетерозиготными*, а соответствующее свойство организмов популяции изменяться при смене поколений называется *гетерозиготностью* или *гетерогенностью*.

Наличие гетерозиготных участков генов у организма не сказывается на его внешнем облике (фенотипе), но у потомства разнополых родителей с идентичным гетерозиготным участком гена этот участок может стать гомозиготным, т.е. сказаться на устройстве организма потомка и утратить способность к изменениям. Вместе с тем именно гетерогенность организмов преимущественно обуславливает возникновение в популяциях *мутации* – внезапного естественного или искусственно вызванного наследуемого изменения генетического материала, приводящего к изменению тех или иных признаков организма.

Таким образом, мутация обеспечивает появление в популяции организмов с отклонениями от стандартного набора признаков, а влияние окружающей среды приводит к гибели особей с неудачными отклонениями, то есть существует естественный отбор генетического материала популяции (*генофонда*).

При длительной стабильности экологических факторов в популяции осуществляется стабилизирующий отбор, препятствующий ее изменчивости. При стабильных дрейфах значений факторов организмы приспосабливаются к ним либо изменением одного адаптивного признака (движущий отбор), либо изменением в нескольких направлениях (дизруптивный отбор, приводящий к образованию нескольких видов из одного). Анализ эволюционных процессов показывает, что чем больше гетерогенность популяции, тем шире ее экологические кривые и выше ее приспособительные возможности. Поэтому генетическое разнообразие особей популяции чрезвычайно важно для ее устойчивого существования.

Для анализа гетерогенности популяции вводят понятия эффективного размера популяции. N_e – это численность идеальной популяции, в которой каждая особь дает равный вклад в общий генофонд нового поколения. В реальной популяции ее численность N всегда превышает N_e по следующим причинам:

1. Колебания числа потомков в семье

$$N_e = 4N/(2 + \sigma) \quad (1)$$

где σ - дисперсия числа потомков. Например, при $\sigma = 4$ число детей в семье меняется от 0 до 4, а $N_e = 2N/3$.

2. Колебания численности поколений

$$1/N_e = (1/N_1 + 1/N_2 + \dots + 1/N_m)/m \quad (2)$$

где N_m - численность m -го поколения.

Например, снижение в одном из десяти поколений численности популяции с 1000 до 50 особей приведет к снижению N_e с 1000 до 345.

3. Неравное число самцов N_1 и самок N_2

$$1/N_e = 1/(4N_1) + 1/(4N_2) \quad (3)$$

Из (3) видно, что максимум N_e достигается при $N_1 = N_2$.

4. Инбридинг – близкородственное скрещивание, повышающее вероятность наличия идентичных гетерозиготных участков генов родителей и появления гомозиготных организмов не в результате естественного отбора. Это явление используется селекционерами для закрепления необходимых наследственных признаков при создании новых видов растений и животных. При отсутствии контроля экспериментатора инбридинг ведет к вырождению и гибели популяции, что подтверждается историей некоторых царствовавших династий.

Для количественной оценки данного явления введено понятие коэффициента инбридинга:

$$f=1-(1-1/(2N_e))^m \quad (4)$$

где m – число поколений.

Опыт животноводов показал, что плодовитость популяций падает при $f > 0.5$. Решая показательное уравнение (4) при заданном значении f , получим, что число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания, равно $m = 1.5N_e$.

Таким образом, снижение гетерогенности ведет к вымиранию популяции. Однако чрезмерный рост генетического разнообразия популяции приводит к утере популяцией способности генетического адаптирования к изменяющимся условиям окружающей среды. Для каждой популяции существуют некоторые оптимальные значения гетерозиготности, зависящие от ее численности, структуры, исходного генофонда, статических и динамических характеристик окружающей среды. Например, при длительной стабильности экологических факторов высокая гетерогенность популяции не требуется, а при изменении экологических факторов выживает наиболее гетерогенная популяция. Поэтому обитатели разных экологических систем обладают разной гетерогенностью. Например, у человека число гетерозиготных участков генов составляет около 20%. Мутация является процессом, повышающим гетерогенность популяции.

Мутагены – это физические и химические экологические факторы, воздействие которых на живые организмы приводит к возникновению мутаций с частотой, превышающей уровень спонтанных реакций. К физическим мутагенам относят ультрафиолетовое излучение, повышенную и пониженную температуры, ионизирующие излучения (гамма- и рентгеновские лучи, протоны, нейтроны и так далее).

Химическими мутагенами являются аналоги нуклеиновых кислот, чужеродные ДНК и РНК, алкалоиды и другие вещества. Устойчивость организмов к воздействию мутагенов различна. Вирусы в 3-1000 раз более стойки к ним, чем растения, а растения – в 2-800 раз по сравнению с теплокровными животными. В целом более высокоорганизованные особи менее стойки к воздействию мутагенов. Поэтому предельно допустимый уровень мутагенных воздействий нормируется на человека.

ЗАДАНИЕ

Цель задания: Исследование влияния ряда экологических факторов на устойчивое развитие вида.

Порядок выполнения задания.

1. Вариант выполняемого студентом задания равен его номеру в журнале учета посещаемости.

2. В таблице 1 приведены параметры ряда экологических факторов.

№ варианта	Реальный размер популяции	Дисперсия числа потомков	Колебания численности поколений				Отношение числа самцов к числу самок
			1	2	3	4	
Пр.	110	3	20	30	20	40	4
1	30	4	30	20	15	60	1,4
2	40	5	40	30	20	70	2
3	50	6	50	40	30	80	1,5
4	60	7	60	50	40	90	0,8
5	70	8	70	60	50	100	0,5
6	80	2	80	70	60	110	1,8
7	90	3	90	80	70	120	1,6
8	100	4	100	90	80	130	0,9
9	110	5	110	100	90	140	1,4
10	120	6	120	110	100	150	0,7
11	130	7	130	120	110	60	0,3
12	140	8	140	130	120	70	4,5
13	150	1	150	140	130	80	3
14	60	2	60	150	140	90	0,3

15	70	3	70	60	50	100	0,6
16	80	4	80	70	60	110	1,9
17	90	5	90	80	70	120	1,3
18	100	6	100	90	80	50	5
19	110	7	110	100	90	60	0,1
20	120	8	120	100	100	30	4

3. Подсчитать N_e для Вашей популяции, учитывая колебания числа потомков в семье. Вычислить число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания. Определить коэффициент инбридинга и сделать вывод о жизнеспособности популяции.

4. Подсчитать N_e для Вашей популяции, учитывая колебания численности поколений. Вычислить число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания. Определить коэффициент инбридинга и сделать вывод о жизнеспособности популяции.

5. Подсчитать N_e для Вашей популяции, учитывая неравное число самцов и самок. Вычислить число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания. Определить коэффициент инбридинга и сделать вывод о жизнеспособности популяции.

6. Сделать выводы и оформить отчет по практическому занятию.

ПРИМЕР решения задачи

1. Эффективный размер популяции с учетом колебания числа потомков в семье в соответствии с выражением (1) равен

$$N_e = 4N/(2 + \sigma) = 4 \cdot 110 / (2 + 3) = 440 / 5 = 88.$$

Коэффициент инбридинга может быть вычислен по формуле (4):

$$f = 1 - \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{1}{220}\right)^4 = 1 - 0,982 = 0,018$$

Число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания, равно $m = 1,5 \cdot N_e = 1,5 \cdot 88 = 132$.

По данным расчетам можно сделать вывод о том, что колебания числа потомков в семье снижает эффективный размер популяции, а значит и ее устойчивость к изменениям окружающей среды на 20%. Не смотря на это, в течение времени, необходимого для смены 132 поколений, у данной популяции отсутствует угроза вымирания.

2. Эффективный размер популяции с учетом колебания численности поколений согласно формуле (2) определяется как

$$\frac{1}{N_e} = \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \dots + \frac{1}{N_m}\right) / m = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40}\right) / 4 = 0,15833 / 4 = 0,0395833;$$

$$N_e = 1 / 0,0395833 = 25,26.$$

Коэффициент инбридинга определяется формулой (4):

$$f = 1 - \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{1}{25,26}\right)^4 = 1 - 0,85 = 0,15.$$

Число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания, равно $m = 1,5 \cdot N_e = 1,5 \cdot 25,26 = 37,9$. Угроза вымирания популяции возможна после смены 38 поколений.

3. Эффективный размер популяции с учетом неравного числа самцов и самок находится по выражению (3):

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{4 \cdot N_1} + \frac{1}{4 \cdot N_2},$$

где N_1 – число самцов и N_2 – число самок, которые связаны выражениями:

$$N_1 / N_2 = 4; \quad N_1 + N_2 = N_e = 110.$$

Решение данной системы уравнений дает $N_2 = 22$ и $N_1 = 88$. Подставив эти данные в (3), получим:

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{4 \cdot N_1} + \frac{1}{4 \cdot N_2} = \frac{1}{88} + \frac{1}{352} = 0,0142; \quad N_e = 1 / 0,0142 = 70,42.$$

Коэффициент инбридинга вычисляется по формуле (4):

$$f = 1 - \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{1}{140,84}\right)^4 = 1 - 0,9719 = 0,0281.$$

Число поколений, приводящее популяцию к порогу вымирания, равно $t = 1,5 \cdot N_e = 1,5 \cdot 70,42 = 105,63$. Угроза вымирания популяции возможна после смены 106 поколений.

4. Из проведенных расчетов видно, что неодинаковое количество детей в семьях популяции и неравное число самцов и самок в популяции уменьшает ее эффективный размер, то есть снижает выживаемость популяции.