

Country Code: \_\_\_\_\_

Student Code: \_\_\_\_\_

# **21 МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА**

**11 – 18 июля, 2010**

**Чангвон, КОРЕЯ**



## **ПРАКТИЧЕСКИЙ ТЕСТ 4 ЭКОЛОГИЯ**

Общее количество баллов: 51

Продолжительность: 90 минут

Дорогие участники,

- ☺ В этом тесте вам предоставляется следующие 4 задания:

**Задание I: Характеристика прибрежных сообществ животных**( 16 баллов)

**Задание II: Метод мечения и повторного отлова** ( 8 баллов)

**Задание III: Межвидовые взаимоотношения** ( 14 баллов)

**Задание IV: Модель выбора жертвы** (13 баллов)

- Запишите ваши результаты и ответы в **Лист Ответов**. **Ответы, записанные в текст заданий с вопросами, рассматриваться не будут.**
- Убедитесь, пожалуйста, что вы получили все необходимые материалы для каждого задания. При отсутствии какого-либо из перечисленных предметов, поднимите руку.
- Прекратите давать ответы и отложите ваш карандаш **немедленно** после заключительного звонка. Наблюдатель соберет задания с вопросами и Лист Ответов.

Желаем успеха !!

## Задание I. (16 баллов) Характеристика прибрежных сообществ животных

Материалы	Количество
1. Модель, изображающая сообщество (40x37см)	1
2. Прозрачная акриловая пленка с нанесенной координатной сеткой (37x37см)	1
3. Электронный калькулятор	1

### Введение

Популяция - это группа особей одного вида, заселяющая специфический ареал, а сообщество – это группа популяций различных видов, населяющих специфический ареал. Определение свойств популяций и сообществ является основным элементом в предсказании экологических изменений в ответ на изменения условий окружающей среды.

### Пользование калькулятором



1. Нажмите **ON** , чтобы включить калькулятор

2. Примеры вычислений

Вычислить  $1 + 1$  , нажмите  **$1 + 1 =$**

Вычислить  $\ln 90$  ( $= \log_e 90$ ), нажмите  **$\ln 9 0 =$**

Вычислить  $\sqrt{\frac{2^2}{5^2}}$  , нажмите  **$\sqrt{ ( 2 \ x^2 ) \ ab/c ( 5 \ x^2 ) =}$**

3. Для исправления знака, нажмите **◀** или **▶**, передвиньте курсор и нажмите **DEL**,

чтобы удалить знак или **SHIFT DEL**, чтобы ввести знак

4. Чтобы удалить все проведенные вычисления, нажмите **AC**.

5. Нажмите **Shift AC** , чтобы выключить, калькулятор. Калькулятор выключится автоматически, если вы не производили никакой операции в течение 10 минут.

**Q1.** (4 балла) Модель, показывающая прибрежное сообщество, состоит из 9 видов животных. Определите размер популяции (численность, N) каждого вида в этом сообществе, проведя полный подсчет. Вычислите также плотность популяции (на единицу площади,  $1\text{м}^2$ ) для каждого вида. Размер каждого квадрата составляет 1м x 1 м. Округлите результаты до сотых (второй знак после запятой) и впишите полученные значения в лист ответов.

Вид	Размер популяции
Морская звезда 	
Морской черенок 	
Морская мокрица 	15
Морской еж 	
Манящий краб 	13
Осьминог 	
Устрица 	
Илистый прыгун 	
Актиния 	13

**Q2.** (2 балла) В таблице ниже записаны данные о размере популяций двух различных прибрежных сообществ. Определите «соотношение относительной численности» каждого вида. Расчеты проведите с точностью до сотых (два знака после запятой) и впишите полученные значения в лист ответов.

Сообщество А		Сообщество В	
Вид	Размер популяции	Вид	Размер популяции
Морская звезда	13	Манящий краб	2
Морской черенок	18	Усоногий рак	18
Морская мокрица	13	Актиния	15
Морской еж	12	Морской огурец	2
Манящий краб	11	Рак-отшельник	5
Брюхоногий моллюск	8	Брюхоногий моллюск	8
Устрица	12		
Илистый прыгун	9		
Актиния	10		
Всего	106	Всего	50

**Q3.** (4 балла). Кривая ранжирования по численности представляет собой график, на котором виды в сообществе расставлены в порядке от наиболее многочисленного к наименее многочисленному на основании их относительной численности. Используя значения относительной численности, вычисленные вами ранее (в Q2), постройте на координатной сетке в листе ответов кривую ранг-численность для каждого сообщества. Обозначьте сообщество А символом 'А' и сообщество В символом 'В' на соответствующей кривой и подпишите оси координат X и Y и подпишите оси координат и укажите на них единицы измерения.

**Q4.** (4 балла) Вычислите индекс разнообразия видов Шэннона-Винера ( $H'$ ) для каждого из двух прибрежных сообществ, используя следующую формулу. При ваших расчетах округляйте результат до сотых (вторая цифра после запятой). Внесите результаты в соответствующую клетку в листе ответов.

$$H' = - \sum_{i=1}^n (p_i \ln p_i)$$

где,

$p_i$  = пропорция  $i$ -того вида

$\ln p_i$  = натуральный логаритм от  $p_i$

$n$  = число видов в сообществе

**Q5.** (1 балл) Какое из утверждений **является(ются) правильным(ми)** в отношении ваших кривых ранжирования по численности? Поставьте знак(и) ( $\checkmark$ ) в соответствующую клетку в листе ответов.

- A. Равномерность распределения видов в сообществе А выше, чем в сообществе В.
- B. Равномерность распределения видов в сообществе А ниже, чем в сообществе В.
- C. Видовое разнообразие в сообществе А выше, чем в сообществе В..
- D. Видовое разнообразие в сообществе А ниже, чем в сообществе В..

**Q6.** (1 балл) Какое утверждение относительно индекса разнообразия видов двух сообществ является правильным? Поставьте знак ( $\checkmark$ ) в соответствующую клетку в листе ответов.

- A. Ареал с более высоким индексом разнообразия видов ( $H'$ ) должен быть взят под охрану.
- B. Индекс разнообразия видов ( $H'$ ) указывает на число видов, населяющих прибрежный ареал.
- C. Индекс разнообразия видов сообщества ( $H'$ ) обратно пропорционален равномерности распределения видов на территории.
- D. Индекс разнообразия видов ( $H'$ ) зависит как от видового разнообразия, так и от равномерности их распределения.

## Задание II. (8 баллов) Метод мечения и повторного отлова

Материалы	Количество
1. Сосуд с фишками	1
2. Сачок для отбора проб (100 мл)	1
3. Электронный калькулятор	1

### Введение

Несколько особей были отловлены, помечены и выпущены обратно в популяцию. Затем производится повторный отлов в популяции и подсчет меченых организмов в этом улове. Предположив, что вероятность повторного отлова для всех особей в популяции одинакова, и считая, что одна и та же особь не подсчитывается дважды, размер популяции может быть легко определен с использованием модифицированного индекса Линкольна следующим образом:

$$N = \frac{(M+1)(S+1)}{(R+1)} - 1$$

N: Размер популяции

M: Число помеченных особей

S: Число особей, выловленных при втором отлове

R: Число повторно выловленных меченных особей

В этом задании сосуд представляет собой водоем, населенный популяцией плавунцов (фишки). Каждая фишка обозначает одного жука-плавунца. В этой популяции находится 40 особей, помеченных красной меткой, которые были выловлены при первом отлове. Вам надо будет провести повторный отлов особей в этой популяции.



---

**Q7.** (4 балла) Используя сачок, возьмите пробу плавунцов из пруда (второй отлов).

Наберите два полных сачка и объедините выловленные фишки. (Предположим, что в этой популяции между двумя отловами особи не рождались, не умирали, не иммигрировали или эмигрировали). Внесите ваши результаты в соответствующую клетку в листе ответов.

Определите размер популяции с точностью до десятков.

**Q8.** (4 балла) Метод мечения и повторного отлова имеет определенный уровень неточности, поскольку происходит определение путем отбора проб, а не общий подсчет особей в популяции. Эту неточность можно измерить путем вычисления стандартной ошибки (SE). Стандартная ошибка вычисляется по представленной ниже формуле.

$$SE = \sqrt{\frac{M^2(S+1)(S-R)}{(R+1)^2(R+2)}}$$

95%-ный доверительный интервал может быть определен из такого расчета:  $N \pm t \cdot SE$ .

Доверительный интервал величиной в 95% означает, что размер исходной популяции находится с 95%-ной уверенностью внутри доверительного интервала. Коэффициент Т- это коэффициент t по Стьюденту, если число степеней свободы равно бесконечности. (В бесконечности коэффициент t по Стьюденту обозначается также как Z-значение). Таблица критических значений распределения по Стьюденту предоставляется ниже.

Найдите подходящее значение t в таблице и вычислите SE и 95%-ный доверительный интервал для определенного вами размера популяции. Запишите результаты в лист ответов с точностью до сотых, при проведении своих вычислений.

**Критические значения для распределения  $t$  по Стюденту**

Число степеней свободы	$\alpha = p = P(t > t_{\text{критический}})$			
	0,1	0,05	0,01	0,001
1	6,31	12,71	63,66	636,62
2	2,92	4,30	9,93	31,60
3	2,35	3,18	5,84	12,92
4	2,13	2,78	4,60	8,61
5	2,02	2,57	4,03	6,87
6	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,89	2,37	3,50	5,41
8	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,81	2,23	3,17	4,59
11	1,80	2,20	3,11	4,44
12	1,78	2,18	3,06	4,32
13	1,77	2,16	3,01	4,22
14	1,76	2,14	2,98	4,14
15	1,75	2,13	2,95	4,07
16	1,75	2,12	2,92	4,02
17	1,74	2,11	2,90	3,97
18	1,73	2,10	2,88	3,92
19	1,73	2,09	2,86	3,88
20	1,72	2,09	2,85	3,85
21	1,72	2,08	2,83	3,82
22	1,72	2,07	2,82	3,79
23	1,71	2,07	2,82	3,77
24	1,71	2,06	2,80	3,75
25	1,71	2,06	2,79	3,73
26	1,71	2,06	2,78	3,71
27	1,70	2,05	2,77	3,69
28	1,70	2,05	2,76	3,67
29	1,70	2,05	2,76	3,66
30	1,70	2,04	2,75	3,65
40	1,68	2,02	2,70	3,55
60	1,67	2,00	2,66	3,46
120	1,66	1,98	2,62	3,37
$\infty$	1,65	1,96	2,58	3,29

### Задание III. (14 баллов) Межвидовое взаимодействие

Материалы	Количество
1. Модель с двумя видами животных (30х32см)	1
2. Прозрачная акриловая пленка с нанесенной координатной сеткой (30х30см)	1
3. Электронный калькулятор	1

#### Введение

Брюхоногие и двустворчатые моллюски населяют один и тот же биотоп. Для выяснения наличия взаимодействия между этими двумя видами вам необходимо будет исследовать распределение каждого вида в этом местообитании.

**Q9.** (2 балла) Используя предоставленную пленку с координатной сеткой, определите, присутствуют ли или отсутствуют брюхоногие и двустворчатые моллюски в каждом квадрате. Запишите число исследованных вами квадратов в соответствующей клетке в листе ответов.

**Q10.** (2 балла) Значимость распределения видов, определенного в этом местообитании может быть установлено при помощи теста Хи-квадрат. Нулевая гипотеза для теста Хи-квадрат этой ситуации состоит в том, что распределение каждого вида

- A. не является случайным.
- B. независимо друг от друга.
- C. показывает взаимное отрицательное влияние.
- D. показывает взаимное положительное влияние.
- E. находится под влиянием третьего вида.

Внесите знак (✓) в соответствующую клетку в Листе Ответов.

**Q11.** (4 балла) Для проведения теста Хи-квадрат определите вначале ожидаемое количество для каждого класса наблюдений. Например, ожидаемое число квадратов, где присутствуют оба вида, рассчитывается путем умножения числа квадратов, в которых присутствует один вид, на число квадратов, в которых присутствует другой вид, и деления полученного значения на общее число квадратов. Рассчитайте ожидаемые значения аналогичным образом с точностью до десятых (один знак после запятой), и заполните Таблицу в Листе Ответов.

**Q12.** (2 балла) Используя приведенную ниже формулу, вычислите величину Хи-квадрата ( $\chi^2$ ) для этого набора данных. Запишите ваш результат с точностью до сотых (два знака после запятой) в лист ответов.

$$\chi^2 = \sum (\text{наблюдаемое число} - \text{ожидаемое число})^2 / (\text{ожидаемое число})$$

**Q13.** (1 балл) Для оценки величины Хи-квадрата ( $\chi^2$ ) необходимо определить степень свободы ( $df$ ) для этого набора данных. Какой уровень свободы для этого набора данных? Запишите значение в лист ответов

**Q14.** (2 балла) Используя уровень значимости (вероятность,  $p$ ), который равен 0,05, решите, принять или отклонить нулевую гипотезу. Найдите степень свободы в соответствующей колонке в предоставленной таблице Хи-квадратов. Для принятия решения сравните вычисленный вами статистический  $\chi^2$  с величиной  $\chi^2$  из таблицы. Отметьте знаком ( $\checkmark$ ) соответствующую клетку в листе ответов.

.

**Q15.** (1 балл) Учитывая статистику пространственного характера распределения, какой вид взаимодействия вероятно существует между этими двумя видами? Выберите все возможные варианты и внесите знак (✓) в соответствующую клетку в лист ответов.

A. нет взаимодействия

B. комменсализм

C. конкуренция

D. паразитизм

E. исключение

$(\chi^2)$  Таблица значений Хи-квадрата

Степень свободы	Вероятность, p				
	0,99	0,95	0,05	0,01	0,001
1	0,000	0,004	3,84	6,64	10,83
2	0,020	0,103	5,99	9,21	13,82
3	0,115	0,352	7,82	11,35	16,27
4	0,297	0,711	9,49	13,28	18,47
5	0,554	1,145	11,07	15,09	20,52
6	0,872	1,635	12,59	16,81	22,46
7	1,239	2,167	14,07	18,48	24,32
8	1,646	2,733	15,51	20,09	26,13
9	2,088	3,325	16,92	21,67	27,88
10	2,558	3,940	18,31	23,21	29,59
11	3,05	4,58	19,68	24,73	31,26
12	3,57	5,23	21,03	26,22	32,91
13	4,11	5,89	22,36	27,69	34,53
14	4,66	6,57	23,69	29,14	36,12
15	5,23	7,26	25,00	30,58	37,70
16	5,81	7,96	26,30	32,00	39,25
17	6,41	8,67	27,59	33,41	40,79
18	7,02	9,39	28,87	34,81	42,31
19	7,63	10,12	30,14	36,19	43,82
20	8,26	10,85	31,41	37,57	45,32
21	8,90	11,59	32,67	38,93	46,80
22	9,54	12,34	33,92	40,29	48,27
23	10,20	13,09	35,17	41,64	49,73
24	10,86	13,85	36,42	42,98	51,18
25	11,52	14,61	37,65	44,31	52,62
26	12,20	15,38	38,89	45,64	54,05
27	12,88	16,15	40,11	46,96	55,48
28	13,57	16,93	41,34	48,28	56,89
29	14,26	17,71	42,56	49,59	58,30
30	14,95	18,49	43,77	50,89	59,70

### ЗАДАНИЕ IV. (13 баллов) Модель выбора жертвы

Материалы	Количество
1. Модели участков (22x24cm)	2
2. Электронный калькулятор	1

#### Введение

В поисках пищи животные наталкиваются на различные виды жертвы. Каждый вид жертвы может быть охарактеризован содержащейся в нем энергией ( $E$ ), временем, необходимым на поиски жертвы (время поиска,  $T_s$ ) и временем, необходимым для ловли и потребления ее (время обработки,  $T_h$ ). Таким образом, рентабельность жертвы можно измерить соотношением  $E/(T_s+T_h)$ . В этой ситуации в соответствии с теорией оптимальности, естественный отбор будет обеспечивать преимущество такому поведению, которое обеспечит максимальное получение энергии нетто в единицу времени, затраченного на поиски пищи.

У фуражирующего (летающего в поисках пищи) животного имеется выбор принять либо отвергнуть определенный тип жертвы при столкновении с ней. Предположим, что имеются два типа жертв, Тип 1 и Тип 2. Допустим, что рентабельность для Типа 1 выше, т.е.  $E_1/(T_{s1}+T_{h1}) > E_2/(T_{s2}+T_{h2})$ . Таким образом, жертвы Типа 1 должны будут всегда приниматься. Рентабельность жертвы зависит от ее плотности. То есть, рентабельность видов жертвы изменяется, если вид жертвы становится менее многочисленным.

На моделях участков I и II находятся три вида жертвы для чайки:

**Жертва А:**  
Брюхоногий моллюск



**Жертва В:**  
Двустворчатый моллюск



**Жертва С: Морской черенок**



**Q16.** (2 балла) Запишите для участка I плотность каждого из видов жертвы А, В, С (число особей на  $m^2$ , учитывая, что размер каждого квадрата составляет 1м x 1м). Рассчитайте время поиска ( $T_s$ ) для каждого вида жертвы, с учетом представленных вам ниже значений видоспецифического времени поиска при плотности = 1.  $T_s = (1/\text{плотность}) \cdot a$  (сек).

Коэффициент ' $a$ ' – это видоспецифическая константа. Вычислите значения с точностью до сотых (два знака после запятой).

Вид жертвы	$T_s$ (сек) при плотности жертвы, равной 1
Жертва А	10
Жертва В	15
Жертва С	5

**Q17.** (2 балла) После поимки добычи чайка взлетает на определенную высоту и бросает жертву, чтобы разбить ее раковину. Птица повторяет это действие до тех пор, пока раковина не разбивается. В таблице ниже указаны высота бросания и среднее число бросков, необходимых при такой высоте для разрушения раковины добычи. Отметьте знаком ( $\checkmark$ ) в листе ответов для каждого вида добычи оптимальную высоту броска, которую должны выбрать чайки, если они оптимальные фуражеры.

Жертва А	Высота бросания (м)	Среднее число бросков, необходимых для разрушения раковины
	2	60
	3	40
	5	20
	10	8
	15	7



Жертва В	Высота бросания (м)	Среднее число бросков, необходимых для разрушения раковины
	2	60
	3	20
	5	7
	10	5
	15	4

Жертва С	Высота бросания (м)	Среднее число бросков, необходимых для разрушения раковины
	2	30
	3	10
	5	8
	10	5
	15	4

**Q18.** (2 балла) (Чайки пролетают один метр за 0,5 секунды. Исходя из оптимальной высоты бросания для каждого вида добычи, вычислите время обработки (Th) для каждого вида добычи. Запишите величину в клетку в Листе Ответов.

**Q19.** (3 балла) В таблице ниже представлены данные относительно среднего выигрыша энергии от съедания одной особи каждого вида добычи (в килоджоулях на одну особь каждой жертвы). Вычислите рентабельность каждого вида добычи на местности I с точностью до сотых (два знака после запятой) и внесите ответ в соответствующую клетку в листе ответов.

Вид жертвы	Энергия (КJ на жертву)
Жертва А	7
Жертва В	25
Жертва С	5

**Q20.** (2 балла) Какой из следующих вариантов был бы наиболее оптимальным решением для чайки на участке I? Поставьте знак (✓) в наиболее подходящую клетку в листе ответов.

- А. съесть всю жертву А.
- В. съесть всю жертву В.
- С. съесть всю жертву С.
- Д. вначале съесть жертву А, а затем переключиться на жертву В.
- Е. вначале съесть жертву В, а затем переключиться на жертву С.

**Q21.** (2 балла) Чайка нашла жертву С на участке II. Однако чайка может решить не ловить эту жертву, а лететь на участок I, где она может найти жертву В. Известно, что время передвижения с участка I на участок II составляет 50 секунд. Что должна сделать чайка для того, чтобы получить максимальную выгоду от следующей жертвы, если чайка является оптимальным фуражером? Распределение добычи на участке II вам предоставлено. Внесите знак (✓) в наиболее подходящую клетку в листе ответов.

- A. Чайка будет есть жертву С на участке II.
- B. Чайка будет лететь на участок I за жертвой В.
- C. Чайка будет вести поиски жертвы В на участке II.
- D. Чайка перелетит на участок I в поисках жертвы С.
- E. Чайка будет вести поиски жертвы А на участке II.