

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 13. СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ

Цель работы: научиться рассчитывать плотность и динамику популяции на основе показателей рождаемости, смертности и миграции, строить прогнозы изменений численности популяции, анализировать влияние различных факторов на ее структуру.

ЗАДАЧА 1. УРОЖАЙНОСТЬ ПЕРЦА ПАПРИКИ

Паприка (*Capsicum annuum var. annuum L.*) — это растение, которое выращивают для получения плодов. Плоды паприки высушивают и измельчают для производства одноименной приправы. Группа ученых поставила цель определить факторы, влияющие на урожайность растений паприки. Урожайность (в данном эксперименте) — это общий сухой вес плодов, собранных с одного растения. Этот показатель также отражает репродуктивную активность растения.

В ходе эксперимента ученые высадили семена паприки и выращивали их в течение одного месяца. Затем они проредили

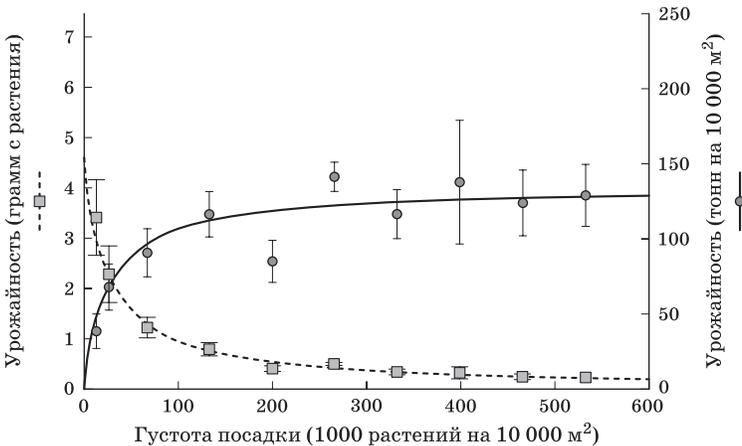


Рис. П.8. Влияние плотности посадки паприки на урожайность плодов

посадки, сформировав 10 экспериментальных площадок с разной плотностью посадки паприки. Плотность растений варьировала от 13 до 533 растений на площади 10 м². Спустя полгода ученые собрали плоды с небольших участков каждой из площадок. Собранные плоды подсчитали, высушили и взвесили. Это позволило определить урожайность в пересчете на одно растение и общую урожайность всех растений на площади 10 м² для каждой экспериментальной площадки (рис. П.8).

Каждая точка на графике представляет среднее значение из четырех повторений для данной плотности растений. Вертикальные линии около точек показывают возможное отклонение результатов в каждом из четырех экспериментов от среднего значения.

Вопросы и задания:

1. Опишите, как изменяется урожайность на одно растение с увеличением плотности посадки. Поясните, почему это может происходить.

2. Как, по вашему мнению, изменение урожайности на одно растение (производство плодов) может повлиять на темпы роста популяции растений?

3. Какую плотность растений паприки вы бы рекомендовали фермеру для достижения максимального общего урожая на 10 м²? Обоснуйте свой выбор.

ЗАДАЧА 2. ТЕМПЫ РОСТА ПОПУЛЯЦИИ ПРОСТЕЙШИХ

Ученые изучали, как изменяется численность популяций простейших *Colpidium* — одноклеточных организмов, обитающих в пресноводных средах и питающихся бактериями. В эксперименте выращивали группы простейших с четырьмя разными начальными плотностями популяции. Через три дня измеряли конечную плотность популяций, чтобы рассчитать удельный темп роста популяции для каждой группы.

Удельный темп роста популяции r показывает, насколько быстро растет популяция по сравнению с ее начальной численностью. Он рассчитывается по формуле

$$r = (b - d)/d,$$

где b — конечная плотность клеток; d — начальная плотность клеток.

Ученые также хотели выяснить, как доступность ресурсов влияет на удельный темп роста популяции. Для этого они изучали темпы роста простейших при четырех начальных плотностях в двух условиях:

1) высокая доступность ресурсов — простейшие получали в четыре раза больше пищи (бактерий, выращенных на сухеных мотылях);

2) низкая доступность ресурсов — пищи было в четыре раза меньше.

На графиках представлены данные об удельном темпе роста r простейших в условиях высокой (рис. П.9) и низкой (рис. П.10) доступности ресурсов.

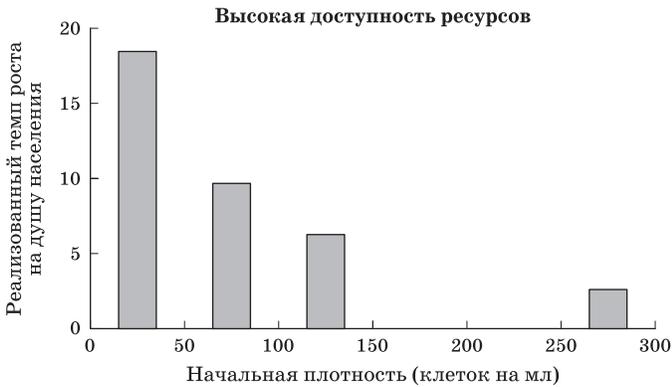


Рис. П.9. Фактический удельный темп роста популяции при высокой доступности ресурсов



Рис. П.10. Фактический удельный темп роста популяции при низкой доступности ресурсов

Вопросы и задания:

1. Как начальная плотность популяции влияет на удельный темп роста?
2. Как доступность ресурсов влияет на удельный темп роста?

ЗАДАЧА 3. ПАЗАРИТЫ НА РЫБНЫХ ФЕРМАХ

Многих рыб, употребляемых в пищу как морепродукты, разводят и выращивают на рыбных фермах. Рыба на фермах может быть заражена паразитами, такими как морские вши — мелкие ракообразные, которые питаются кровью и кожей рыбы. Это может нанести серьезный вред рыбе или даже привести к ее гибели. Ученые проанализировали связь между плотностью популяции рыбы и уровнем заражения морскими вшами. Для этого они использовали показатель «локальная плотность биомассы рыбы», который учитывает как численность, так и массу рыб на ферме.

На графике каждая точка представляет средние значения плотности рыбы и числа морских вшей для группы ферм в определенный год (рис П.11). Каждая точка представляет собой среднюю плотность рыбы и количество морских вшей для группы ферм в определенный год.

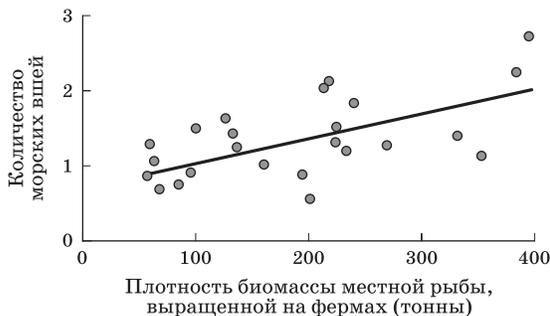


Рис. П.11. Влияние локальной плотности биомассы выращиваемой рыбы на количество морских вшей на одну рыбу

Вопросы и задания:

1. Как плотность рыбы на ферме влияет на количество морских вшей на одну рыбу?
2. Если заражение морскими вшами связано с гибелью рыбы, то что, по вашему мнению, произойдет с популяцией рыбы на фермах с высокой плотностью?
3. Как результаты исследования могут повлиять на политику в области рыбных ферм, особенно касающуюся их размеров?

ЗАДАЧА 4. КАННИБАЛИЗМ У ПРИБРЕЖНЫХ КРАБОВ

Прибрежный краб — распространенный вид, встречающийся по всему миру. Эти крабы проявляют каннибализм, поедая более молодых и мелких особей, даже если у них есть доступ к другим

источникам пищи. Ученые решили изучить факторы, влияющие на вероятность каннибализма.

Для эксперимента в резервуары с разной плотностью молодых крабов добавили двух более старых и крупных крабов. Через 24 ч исследователи зафиксировали, сколько молодых крабов было съедено старыми крабами (каннибалами).

На графике каждая точка представляет среднее количество съеденных крабов за 24 ч для пяти экспериментов при заданной плотности (рис. П.12).

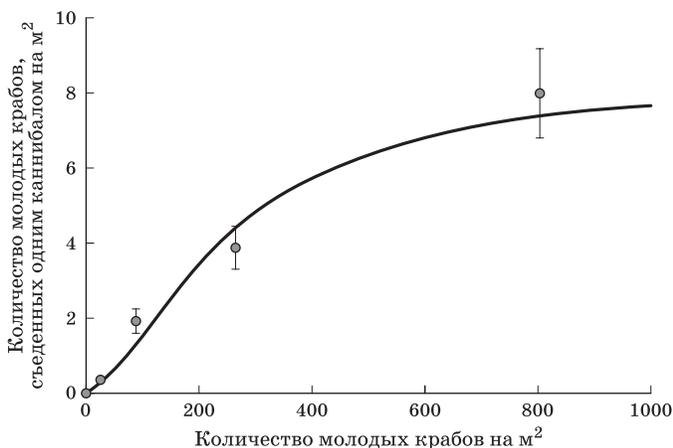


Рис. П.12. Влияние плотности молодых крабов на количество съеденных молодых крабов одним каннибалом в течение 24 ч

Вопросы и задания:

1. Опишите закономерность, представленную на графике.
2. Как увеличение плотности может изменить частоту каннибализма и как это повлияет на темпы роста популяции?
3. В ходе эксперимента крабы не съели всю доступную пищу. Это указывает на то, что каннибализм вызван не голодом. Какую еще пользу могут получать крабы от каннибализма?

ЗАДАЧА 5. ПИТАНИЕ ЛИЧИНКАМИ КОМАРОВ

Личинки комаров — это небольшие червеобразные организмы, живущие в воде. Они служат пищей для многих хищников, включая мелкую рыбку — полосатого фундулуса (*Fundulus diaphanus*). Ученые решили изучить, как плотность личинок влияет на интенсивность их поедания.

Для эксперимента пары фундулусов поместили в резервуары с разным количеством личинок комаров (*Culex pipiens*).

С помощью цифровых изображений фиксировали, сколько личинок было съедено рыбками за 1,5 ч. На графике показана зависимость количества съеденных личинок от их плотности в резервуаре (рис. П.13).

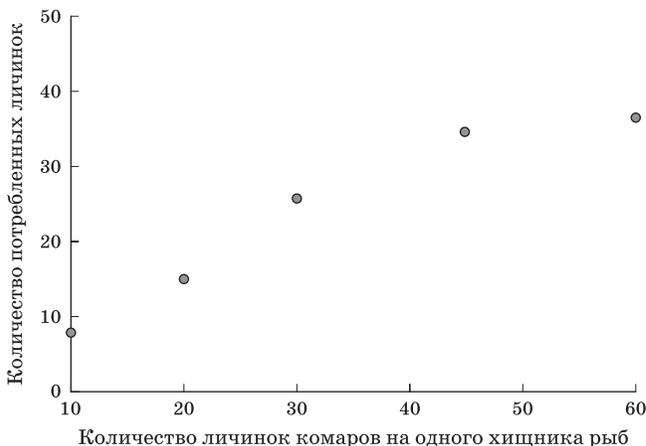


Рис. П.13. Влияние плотности личинок комаров на количество съеденных личинок за 1,5 ч

Вопросы и задания:

1. Как изменялось количество съеденных личинок комаров по мере увеличения их плотности?
2. Как, по вашему мнению, изменится темп роста популяции комаров по мере увеличения плотности личинок?

ЗАДАЧА 6. ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ГОЛУБЯ

Предварительные наблюдения за популяцией дикого голубя на территории площадью 10 га позволили установить, что его численность составляет 1 300 особей. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,3 детеныша (плодовитость). В популяции равное число самцов и самок. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает d особей (удельная смертность) (табл. П.11).

ТАБЛИЦА П.11. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ДИКОГО ГОЛУБЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Удельная смертность d , %	20	30	35	40	42	46	50	56	60	75

Ход выполнения задания:

1. Разбейтесь на пары и разделите между собой варианты популяций.

2. На основании имеющихся данных из табл. П.11 определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение ближайших 5 лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть числа.

3. Проводя вычисления, заполняйте табл. П.12, руководствуясь приведенными примерами расчетов.

3.1. Рассчитайте плотность популяции, разделив численность N на площадь территории (10 га):

$$1\ 300/10 = 130 \text{ особей на } 1 \text{ га.}$$

3.2. Рождаемость рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Рождаемость} &= \text{Плотность самок} \times \text{Плодовитость} = \\ &= (130/2) \times 1,3 = 84. \end{aligned}$$

3.3. Теперь рассчитайте смертность:

$$\begin{aligned} \text{Смертность} &= \text{Общая плотность} \times \text{Удельная смертность} = \\ &= 130 \times 20/100 = 26. \end{aligned}$$

3.4. Плотность популяции к началу следующего года:

$$\begin{aligned} \text{Плотность популяции к началу следующего года} &= \\ &= \text{Плотность к началу данного года} + \text{Рождаемость} - \\ &\quad - \text{Смертность} = 130 + 84 - 26 = 179. \end{aligned}$$

3.5. Повторите действия для 2—5-го года жизни популяции.

ТАБЛИЦА П.12. ПОКАЗАТЕЛИ ПОПУЛЯЦИИ ГОЛУБЯ

Показатель популяции голубя	Годы жизни				
	1	2	3	4	5
Плотность	130	188			
Рождаемость	84				
Смертность	26				

4. Используя полученные данные, постройте график динамики плотности популяции голубя.

5. Представьте результаты расчетов своей группы в аудитории.

6. Обсудите, как будет влиять на динамику популяции удельная смертность особей дикого голубя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 14. ПОДСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ РАЗНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Цель работы: провести оценку плотности популяций разных видов растений в полевых условиях и проанализировать полученные результаты.

Оборудование и материалы: рулетка (10 м); квадратные рамки (квадраты из проволоки или деревянных реек) разных размеров (например, $0,5 \times 0,5$ и 1×1 м) — выбор размера зависит от размера и плотности растений; яркие элементы (кусочки красной ткани) для определения границ площадки; бумага для записей; карандаши; определитель растений (можно использовать электронные определители на смартфонах); защитные средства (перчатки, головные уборы).

ОБЩИЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Что нужно сделать до занятия:

1. Разделитесь на группы по 3—4 чел.
2. Подготовьте таблицу для записи данных.
3. Разделите обязанности внутри группы (кто измеряет, кто считает, кто записывает).
4. Проведите полевые измерения и подсчеты. Сделайте фотографии участка.

Проведение полевого исследования:

Планирование и подготовка:

1. *Выбор участка:* выберите участок для исследования, который представляет собой относительно однородный участок растительности. Избегайте участков с резкими перепадами рельефа, влажности или освещенности. Размер участка должен быть достаточным для проведения исследования.

2. *Выбор размера пробных площадок:* поскольку мы имеем дело с растениями разных размеров, будем использовать два типа площадок:

- для древесной растительности: площадки большего размера (например, 10×10 или 20×20 м, в зависимости от плотности деревьев);

- для травянистой растительности: площадки меньшего размера, размещенные внутри площадок для деревьев (например, $0,5 \times 0,5$ или 1×1 м). Количество таких мелких площадок внутри каждой большой площадки должно быть достаточным для представительной выборки травянистого покрова.

3. *Закладка пробных площадок:* определите одну крупную площадку для подсчета древесной растительности. Внутри крупной площадки случайным образом определите 6 мелких площадок для подсчета травянистой растительности. Один из способов: разбить участок на сетку и использовать генератор случайных чисел для выбора координат центров площадок. Другой способ: бросать рамки на глазок, стараясь равномерно распределить их по участку. Обозначьте границы площадок, например разместите яркие элементы в углах пробной площадки.

Подсчет растений:

1. Идентифицируйте все деревья внутри площадки, используя определитель, распределите деревья по ярусам.

2. Подсчитайте количество деревьев каждого вида на каждой площадке. Проведите учет кустовых форм и подроста.

3. Измерьте диаметр ствола на высоте груди у каждого дерева. Это позволит проанализировать распределение деревьев по размерам.

4. Заполните табл. П.13.

ТАБЛИЦА П.13. УЧЕТ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Вид дерева	Ярус	Количество	Диаметр ствола
Сосна обыкновенная	I	5	25, 30, 16, 14, 28
Осина обыкновенная	II	2	8, 10

5. На каждой малой площадке идентифицируйте травянистую растительность и посчитайте количество каждого вида. Результаты по каждой площадке занесите в табл. П.14.

ТАБЛИЦА П.14. УЧЕТ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Номер малой площадки	Вид	Количество
1	Канареечник тростниковый	16
1	Грушанка круглолистная	5

Обработка данных:

1. *Среднее значение:* рассчитайте среднее количество деревьев каждого вида на площадке. Для каждого вида травянистого рас-

тения рассчитайте среднее количество особей на одной площадке. Суммируйте количество особей каждого вида по всем площадкам и разделите на количество площадок.

2. *Расчет плотности:* плотность популяции (число особей на единицу площади) рассчитывается следующим образом:

$$\text{Плотность (особей/м}^2\text{)} = \frac{\text{Среднее количество особей на площадке}}{\text{Площадь площадки (м}^2\text{)}}.$$

3. *Анализ результатов:* сравните плотность разных видов растений. Проанализируйте распределение деревьев по размерам. Постройте графики или диаграммы. Проанализируйте возможные причины различий в плотности (доступность ресурсов, конкуренция, условия среды).

Выступление и презентация:

Подготовьте устное выступление, в котором изложите результаты проделанной работы, и презентацию. Презентация должна помочь визуально представить основные тезисы вашего выступления. Доклад должен быть четким и логично структурированным, рассчитанным на 7 мин.

Требования к презентации:

1. Объем: 5–8 слайдов.

2. Структура презентации:

- титульный слайд: название темы, номер группы, фамилии участников;
- ключевая информация: используйте заголовки и краткие пункты для каждого аспекта вашей темы;
- иллюстрации: изображения, схемы, карты или таблицы для наглядности;
- заключительный слайд: основные выводы и, если можно, инфографика, суммирующая информацию).

3. Оформление презентации:

- читаемость шрифтов;
- отсутствие перегруженности слайдов текстом;
- логическая связь слайдов с докладом.

Требования к докладу:

1. Продолжительность выступления: 7 мин.

2. Структура доклада:

2.1. *Введение:*

- актуальность темы. Кратко объясните, почему важно изучать плотность популяций растений. Можно упомянуть о роли растительности в экосистеме, мониторинге состояния окружающей среды, оценке биоразнообразия и т. д.;

- методы исследования. Кратко опишите использованный метод (метод пробных площадок с указанием размеров площадок для деревьев и трав, количества повторов);
- место и время исследования. Укажите место проведения исследования с указанием размеров площадок и период времени, за который проводились наблюдения. Кратко охарактеризуйте место исследования (тип растительности, рельеф, почва, климатические условия). Включите фотографию участка.

2.2. Основная часть:

- плотность популяций деревьев. Представьте результаты подсчета древесной растительности: плотность каждого вида, средний диаметр ствола, график или таблица с данными;
- плотность популяций трав. Представьте результаты подсчета травянистой растительности: плотность каждого вида, таблица или график с данными;
- сравнительный анализ. Сравните плотность популяций разных видов деревьев и трав. Выявите виды с наиболее высокой и низкой плотностью. Можно использовать графики или диаграммы для наглядности.

2.3. Заключение:

- анализ полученных данных. Проанализируйте полученные результаты, объясните возможные причины различий в плотности популяций разных видов. Учитывайте экологические факторы (освещенность, влажность, тип почвы, конкуренция);
- формулировка основных выводов работы.

Что нужно делать на занятии:

1. Ваша группа должна выступить перед одноклассниками, используя подготовленную презентацию.
2. Во время выступлений других групп проводите оценку докладов и презентаций по чек-листу, который приведен далее.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЗАИМНОЙ ОЦЕНКЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ И ДОКЛАДОВ

Взаимная оценка помогает вам критически анализировать выступления других групп, фиксировать сильные стороны их работы и замечать области, которые можно улучшить.

Как проводить взаимную оценку?

1. Во время каждого выступления внимательно слушайте доклад, следите за слайдами презентации и записывайте свои наблюдения.
2. Используйте чек-лист критериев оценки (табл. П.15). Отмечайте выполнение каждого пункта.

3. Оцените каждый критерий по трехбалльной шкале:
- 0 — критерий отсутствует или полностью не выполнен;
 - 1 — критерий выполнен частично, но есть недочеты;
 - 2 — критерий выполнен полностью и качественно.

Например, если критерий «Описание методики» выполнен, но недостаточно раскрыт, поставьте 1. Если он полон, ставьте 2. Если описания методики нет, поставьте 0.

4. Будьте объективны. Оценивайте содержание, оформление и структуру презентации и доклада, а не личные качества участников.

5. После заполнения чек-листа сделайте общий вывод: какие аспекты выступления были выполнены хорошо? что можно улучшить?

6. Подсчитайте баллы на основе заполненного чек-листа и используйте шкалу перевода баллов в оценку.

ТАБЛИЦА П.15. ЧЕК-ЛИСТ ПО ОЦЕНКЕ СООБЩЕНИЙ И ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Номер	Критерий	Баллы
1	Титульный лист. Название экосистемы. Сведения об авторах	
2	Раскрытие актуальности темы	
3	Описание методики	
4	Характеристика исследуемого участка	
5	Расчет плотности популяций разных видов	
6	Сравнительный анализ результатов	
7	Указание возможных причин различий в плотности популяций разных видов растений	
8	Выводы по работе	
9	Соблюдение единого стиля презентации	
10	Интересность материала	
11	Полезность материала	
	ИТОГО	

Шкала перевода баллов в отметку:

- 20—22 балла — 5;
- 16 —19 баллов — 4;
- 12—15 баллов — 3;
- менее 12 баллов или отсутствие работы — 2.