

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д.С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Динамика популяций вредных организмов

по направлению подготовки / специальности

35.03.04 Агрономия

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Агробиология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Агроном/ Агроном по защите растений

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.С. Бабенко

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-4 Способен к разработке экологически обоснованной интегрированной системы защиты растений с учетом прогноза развития вредных объектов и фактического фитосанитарного состояния посевов для предотвращения потерь урожая от болезней, вредителей и сорняков (для профессионального модуля - агроном по защите растений).

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-4.1 Определяет оптимальные виды, нормы и сроки использования химических и биологических средств защиты растений для эффективной борьбы с сорной растительностью, вредителями и болезнями;

РОПК-4.2 Учитывает экономические пороги вредоносности при обосновании необходимости применения пестицидов;

РОПК-4.3 Разрабатывает системы применения удобрений и системы защиты растений с учетом влияния природных и хозяйственных факторов на распространение сорняков, болезней и вредителей, основных характеристик, спектра действия, оптимальных сроков, норм и порядка применения пестицидов.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- реферат;
- контрольные вопросы по темам дисциплины;
- решение практических задач.

Примерные вопросы по темам дисциплины

Тема 1 Понятие динамической системы (РОПК-4.1, РОПК-4.2)

1. Что такое динамическая система и чем она характеризуется?
2. Какие типы дифференциальных и разностных уравнений, описывающих динамические системы, Вы знаете?
3. В чем заключается особенность популяций как динамических систем?

Тема 2 Поведение популяции в нелимитированных условиях (РОПК-4.1, РОПК-4.2)

1. Что такое популяция, и какими параметрами характеризуется динамика ее развития?
2. Назовите особенности микробной популяции.
3. Что такое период удвоения численности популяции?
4. В чем отличие обычной скорости размножения популяций от мальтузианского параметра?
5. Какова размерность мальтузианского параметра?

Тема 3 Ограничение численности популяции различными ресурсами (РОПК-4.1, РОПК-4.2)

1. Кем введено понятие ресурсного параметра и какого его определение?
2. Назовите частные случаи кривой логистического роста численности популяции.
3. Сколько параметров в уравнении Ферхюльста? Представьте их графическое отображение и дайте им биологическую характеристику.
4. Для каких популяций «работает» уравнение Ферхюльста?

Тема 4 Динамика популяций, подверженных различным видам промысла (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Чем характеризуется стационарное состояние динамики?
2. Что такое фазовый портрет?
3. Чем характеризуется стационарное состояние популяции?
4. Какие виды стационарных состояний Вы знаете?
5. Сколько стационарных состояний насчитывает динамика популяций, подверженных постоянному промыслу? Охарактеризуйте их.
6. Сколько стационарных состояний насчитывает динамика популяций, подверженных пропорциональному промыслу? Охарактеризуйте их.

Тема 5 Ограничение скорости размножения различными субстратами (РОПК-4.1, РОПК-4.2)

1. Что такое константа насыщения?
2. Принцип какого ученого лег в основу работ Моно?
3. Каков биологический смысл параметра $r_{\max}$?
4. Выгодно ли для популяции уменьшение константы насыщения и почему?

Тема 6 Ингибирование размножения (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Какие виды ингибирования удельной скорости размножения Вы знаете?
2. Охарактеризуйте конкурентное ингибирование. Назовите его примеры.
3. Модификацией какого основного уравнения описываются варианты ингибирования размножения и почему?
4. Каким уравнение описывается антифунгальный эффект бактериальных культур?
5. Что такое субстратное ингибирование? Каким уравнением оно описывается?

Тема 8 Динамика популяций с неперекрывающимися поколениями (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Назовите примеры популяций с неперекрывающимися поколениями.
2. Что такое колебания численности? Какими методами они описываются в динамике популяций?
3. Каковы механизмы переходы динамического состояния в режим детерминированного хаоса?
4. Какие механизмы защиты существуют у живых организмов от перехода к хаотическим колебаниям динамики численности их популяций?

Тема 9 Типы взаимоотношений между видами в сообществах (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Что такое экосистема и чем она характеризуется?
2. Какие типы взаимоотношений между видами в сообществе Вы знаете?
3. Что входит в понятие негэнтропии, и как реализуется негэнтропийный принцип жизни?
4. Какие основные модели взаимодействующих видов в сообществе Вы знаете?
5. Каким образом используются графы и альфа-матрица для построения моделей в динамике сообществ?

Тема 10. Аксиомы Вольтера. Вольтеровские модели взаимодействия двух видов (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Перечислите основные аксиомы Вольтера о динамике взаимодействующих сообществ.
2. Приведите пример системы Вольтера для двух взаимодействующих видов.
3. Сколько параметров насчитывает система Вольтера? Дайте им характеристику.

4. Что такое стационарное состояние динамики сообществ?

Тема 11. Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории и фазового портрета экосистемы. Особые точки. Устойчивость по Ляпунову. Изоклины (РОПК-4.1)

1. Что такое фазовая плоскость, изображающая точка?
2. Чем характеризуется стационарное состояние на фазовой плоскости?
3. Фазовый портрет системы двух видов и методы его построения.
4. Какие изоклины представляют особый интерес в динамике сообществ и почему?

Тема 12. Типы динамических сценариев в вольтеровских моделях (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Сколько параметров насчитывает Вольтеровская модель конкуренции? Дайте им определение.
2. Какие варианты сценариев для двух конкурирующих видов Вы знаете?
3. Перечислите условия победы в конкуренции для того или иного вида.
4. Перечислите основные условия сосуществования для двух конкурирующих видов?
5. Перечислите аксиомы для системы Вольтера-Лотки "хищник-жертва".
6. Приведите доказательства гармонического характера колебаний для системы Вольтера-Лотки.
7. Что такое управляющий параметр? Приведите примеры управляющих параметров для системы Вольтера "хищник-жертва".
8. Приведите пример современной модели "хищник-жертва".
9. Какие виды трофических функций хищника Вы знаете?
10. Какие виды симбиотических взаимоотношений Вы знаете? Дайте им основную характеристику.
11. Как выглядит Вольтеровская модель симбиоза в терминах Ферхюльстовой динамики?

Критерии оценивания: оценка задания проводится путем собеседования. Оценка «зачтено» ставится в случае, если отвечающий формулирует корректный ответ, опираясь на источники литературы, используя адекватную терминологию, логично выстраивает ответ. Если ответ неверный, не сформулирован четко, приводимые аргументы не опираются на литературные данные, не используется адекватная терминология, ответ не засчитывается.

Примерная тематика рефератов (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. Использование математических моделей в прогнозе распространенности вредителей и болезней
2. Динамика развития популяций основных вредителей сельского хозяйства
3. Ингибирование развития бактерий химическими факторами
4. Ингибирование численности вредителей пестицидами
5. Демография. Кривые рождаемости и смертности
6. Возрастная структура популяции
7. Регуляция численности популяции
8. Стационарное состояние популяции
9. Модель «хищник – жертва» в агроценозах
10. Симбиотическая модель на примере «бобовые растения – клубеньковые бактерии». Влияние факторов окружающей среды

Критерии оценивания: оценка задания проводится путем проведения процедуры защиты реферата. Оценка «зачтено» ставится в случае, если отвечающий раскрыл тему

реферата, привел убедительные, официальные источники литературы, оформил по ранее обговоренным требованиям презентацию и письменный вариант работы, ответы на вопросы аргументированы, изложение логично. Если тема реферата не раскрыта, оформление презентации письменного реферата не соответствует требованиям, ответы на вопросы сформулированы нечетко, приводимые аргументы не опираются на литературные данные, не используется адекватная терминология реферат не засчитывается.

Практические задачи (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3)

1. По представленным данным о динамике численности сине-зеленых водорослей при экспансии пруда определить мальтузианский параметр и период удвоения численности.
2. По представленным данным о динамике численности вредителя определить параметры, характеризующие логистическую кривую изменения численности популяции.
3. Исходя из данных, отображающих динамику популяции, подверженной промыслу, найти критические численности, максимально возможный пропорциональный промысел.
4. По представленным данным динамики численности жертвы и хищника найти параметр уравнения Моно.
5. По представленным данным об изменении концентрации субстрата и численности бактерий вычислить экономический коэффициент, константу размножения, траты на поддержание.
6. Исходя из данных о численности вида, концентрации субстрата и ингибитора, определить константу ингибирования.
7. Определить вид динамики популяции от величины управляющего параметра.
8. Исходя из заданных параметров уравнения Вольтера, нарисуйте динамики двух конкурирующих видов.
9. Найдите удельную скорость размножения популяций и определите характер их взаимоотношений, исходя из представленных данных.
10. Нарисуйте фазовый портрет для модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки по заданным параметрам.
11. Определите, исходя из заданных условий, период колебаний, амплитуду и частоту для модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки.
12. Отобразите в виде графов и альфа-матрицы взаимодействие ряда популяций в замкнутой экосистеме.

Оценка задания проводится путем проверки правильного ответа и алгоритма решения. Оценка «зачтено» ставится в случае, если ответ сформулирован четко, правильно рассчитаны значения, найденные параметры имеют размерность, приведен верный алгоритм. Если ответ не сформулирован четко, алгоритм не приведен, размерности параметров не указаны, задание считается не выполненным.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет проводится в письменной форме. Продолжительность зачета 30 мин.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации сформулированы таким образом, чтобы при ответе на них проверялась сформированность всех заявленных индикаторов.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (РОПК-4.1, РОПК-4.2, РОПК-4.3):

1. Популяция в нелимитированных условиях. Синхронное размножение и соответствующее ему разностное динамическое уравнение. Понятие периода удвоения численности популяции.
2. Дифференциальное уравнение Мальтуса для нелимитированного роста популяции и его решение в логарифмической и экспоненциальной форме. Понятие мальтузианского параметра как центрального в динамике популяций.
3. Определение мальтузианского параметра по численным рядам наблюдений с использованием логарифмической линейаризации данных.
4. Ограничение численности популяции различными ресурсами. Ферхюльстово приближение динамики популяции с ресурсным ограничением. Логистическое дифференциальное уравнение и его параметры.
5. Определение мальтузианского параметра и максимальной численности популяции в ферхюльстовом приближении по численным рядам наблюдений с использованием линейаризованной формы логистического уравнения.
6. Динамика популяций, подверженных различным видам промысла. Пропорциональный и постоянный промысел. Дифференциальное логистическое уравнение для популяции, подверженной промыслу.
7. Ограничение скорости размножения различными субстратами. Принцип Либиха в аспекте динамики популяций.
8. Уравнение Моно для описания зависимости мальтузианского параметра от "концентрации" лимитирующего субстрата. Параметры уравнения Моно и их биологический смысл.
9. Применение метода Корниша-Бодена для обработки результатов экспериментов по нахождению параметров уравнения Моно.
10. Ингибирование размножения. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Уравнение Иерусалимского, его параметры и их биологический смысл.
11. Постановка экспериментов по определению параметров ингибирования роста. Использование линейаризованных форм уравнения Иерусалимского для обработки результатов экспериментов.
12. Базовое уравнение популяционной динамики. Его параметры и анализ решения. Стационарные состояния, их анализ.
13. Динамика популяций с неперекрывающимися поколениями. Отображения Ферхюльста, Рикера и Хассела.
14. Различные динамические режимы: стационарное состояние, колебания с постоянным периодом, стохастические колебания. Понятие о динамическом хаосе.
15. Замкнутые экосистемы. Представление в виде графов. Основные характеристики и теоремы.
16. Типы взаимоотношений между видами в сообществах. Их представление в виде графов и альфа-матриц.
17. Негэнтропийный принцип Жизни и структура сообществ.
18. Аксиомы Вольтера о динамике взаимодействующих популяций и их математические следствия. Вольтеровские модели взаимодействия двух видов. Двухвидовая модель конкуренции. Общий вид уравнений и нахождение стационарных решений.
19. Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории и фазового портрета экосистемы. Методы построения фазовых портретов и их использования для анализа динамики экосистем.

20. Особые точки фазового портрета и их анализ на устойчивость по Ляпунову.
21. Типы особых точек на фазовых портретах в вольтеровской модели конкуренции двух видов.
22. Изоклины и их использование для построения фазовых портретов экосистем. Типы динамических сценариев в вольтеровских моделях конкуренции. Продемонстрировать с использованием изоклин.
23. Вольтеровская модель конкуренции в терминах Ферхюльстовой динамики. Уравнения, параметры, изоклины, фазовые портреты.
24. Системы "хищник-жертва". Модель Вольтера-Лотки. Общий вид уравнений, стационарное решение и его анализ на устойчивость.
25. Колебания в системе "хищник-жертва" по Вольтерра-Лотки. Доказательство их гармонического характера. Определение частоты и периода колебаний.
26. Обобщение модели Вольтера "хищник-жертва". Основные сценарии (показать с использованием изоклин). Бифуркации в модели "хищник-жертва" Вольтера-Лотки.
27. Современные модели "хищник-жертва". Трофические функции хищника и функции конкуренции. Общий вид функций выедания. Размножение и смертность хищника. Пример сложной модели.
28. Виды аттракторов в динамике сообществ. Бифуркационные переходы между ними. Понятие детерминированного хаоса и его роль в динамике экосистем.
29. Вольтеровская модель симбиоза. Уравнения и фазовые портреты (продемонстрировать с использованием изоклин).
30. Вольтеровские модели сообществ общего вида. Вид уравнений и типы динамических режимов.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится на основе результатов письменного ответа при учете оценки за текущий контроль. По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 60 % от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100 % (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы) или выполнение критериев, предъявляемым к реферату и оформлению решения практических задач.

Оценка за текущий контроль максимально может достигать 60 баллов (10 баллов за собеседование по контрольным вопросам, 10 баллов защита реферата, 30 баллов за выполнение практических задач).

В ходе зачета обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время практических занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа

Критерий	Описание	Шкала оценивания
1. Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 20 баллов. Частично – 1–19 баллов. Нет – 0 баллов.
2. Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.

3. Владение практическими методами.	Студент связывает теоретические знания с практическими во время ответа, подкрепляет ответ знаниями и умениями, полученные во время практических занятий.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.
-------------------------------------	--	--

Оценку «зачтено» получают студенты, набравшие 65 и выше баллов, оценку «не зачтено» получают студенты, набравшие менее 65 баллов.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест

1. Динамика численности вредителей, находящихся в нелимитированных условиях, может быть описана с данными динамическими параметрами (РООПК-4.1)
 - а) константа Моно и максимальная удельная скорость размножения
 - б) ресурсный параметр и максимальная удельная скорость размножения
 - в) экономический коэффициент и максимальная удельная скорость размножения
 - г) удельная скорость размножения и период удвоения
 ответ: г

2. Динамика численности вредителей, находящихся в лимитированных условиях, может быть описана с данными динамическими параметрами (РООПК-4.1)
 - а) константа Моно и максимальная удельная скорость размножения
 - б) ресурсный параметр и максимальная удельная скорость размножения
 - в) экономический коэффициент и максимальная удельная скорость размножения
 - г) удельная скорость размножения и период удвоения
 ответ: б

3. Динамики вредителей и сорняков с неперекрывающимися поколениями не описываются (РОПК-4.2)
 - а) отображением Хаснела
 - б) отображением Риккера
 - в) логистическим отображением
 - г) отображением Вольтерра
 ответ: г

4. Динамика распространения саранчовых вредителей в момент нарастания численности можно описать данной моделью (РОПК-4.2)
 - а) Мальтуса
 - б) Ферхюльста
 - в) Моно
 - г) Иерусалимского
 ответ: а

5. При учете гороховой тли на основании данных прогноза погодных условий и данных о пораженности гороховой тли энтомофторозом могут быть

рекомендованы отмены обработки химическими пестицидами. В основе подобного рода моделей лежат системы Вольтера, описывающие данный тип взаимоотношений видов (РОПК-4.3)

- а) конкуренция
- б) симбиоз
- в) «хищник-жертва»
- г) нет правильного ответа

ответ: в

6. Сдерживание численности популяции тли при массовом заселении растений происходит на уровне данного параметра (РОПК-4.3)

- а) мальтузианского
- б) ресурсного
- в) максимальной удельной скорости размножения
- г) экономического коэффициента

ответ: б

Информация о разработчиках

Минаева Оксана Модестовна, доцент, канд. биол. наук, доцент кафедры сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ.