

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

С.А. Сашенкова, Г.В. Ильина

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЭКОЛОГИИ
И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ
МОДЕЛИРОВАНИЮ**

Пенза 2012

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

С.А. Сашенкова, Г.В. Ильина

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЭКОЛОГИИ
И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ
МОДЕЛИРОВАНИЮ**

для студентов, обучающихся по направлениям 110100 «Агрохимия
и агропочвоведение», профиль подготовки «Агроэкология»; 110900 «Тех-
нология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»,
профиль подготовки «Производство и переработка
продукции животноводства»

Пенза 2012

УДК 574 (075)

ББК 28.081(я7)

С 22

Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г.Е. Гришин

Печатается по решению методических комиссий агрономического факультета от 29 октября 2012, протокол № 5 и технологического факультета от 26 ноября 2012, протокол № 2.

Сашенкова, С.А.

С22 Сборник задач по экологии и агроэкологическому моделированию / С.А. Сашенкова, Г.В. Ильина. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012 – 101 с.

Сборник задач содержит необходимый теоретический и справочный материал по вопросам экологии и агроэкологического моделирования. Задачи, представленные в сборнике, охватывают основные прикладные направления названных дисциплин. Приводятся методики решения задач, формулы, правила. Сборник предназначен для использования на лабораторных занятиях, при самостоятельной работе, для выполнения расчетно-графических работ.

© ФГБОУ ВПО

"Пензенская ГСХА", 2012

© С.А. Сашенкова,

Г.В. Ильина

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ СО СБОРНИКОМ	4
1. СРЕДА ОБИТАНИЯ. ДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	5
2. ЭКОЛОГИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ	14
3. ЭКОЛОГИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЦЕНОЗОВ И ЭКОСИСТЕМ	34
4. АГРОЦЕНОЗЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ.....	52
5. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИ- РОВАНИЕ	63
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	84
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	91
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	93
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	95

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ СО СБОРНИКОМ

Актуальность экологических проблем на сегодняшний день ни у кого не вызывает сомнения. В то же время решение многих из них зависит от уровня экологического мышления специалистов разных профессий и от умения находить оптимальные решения при организации природопользования.

Для решения практических экологических и хозяйственных задач необходимо владеть навыками логического мышления, умениями анализировать и устанавливать причинно следственные связи между явлениями живой и неживой природы, моделировать различные процессы, протекающие в природных системах и экономике. Целью этого учебного пособия является обеспечение формирования и развития этих умений и навыков. В него включены практические задачи по основным разделам курсов экологии и агроэкологического моделирования.

Прежде чем приступить к решению задач, представленных в сборнике, необходимо повторить и обобщить знания по основным разделам курса экологии. Обратит внимание на важнейшие характеристики популяций, экосистем, биосферы. Постараться выделить основные факторы, оказывающие влияние на динамику экологических систем. Усвоить терминологию, представленную в глоссарии. После повторения соответствующей темы, следует внимательно прочитать общие указания, постараться проанализировать математические модели, выделив основные переменные. Также необходимо обратить внимание на методы определения (измерения) экологических параметров, использующихся в качестве переменных.

Только обладая достаточными теоретическими знаниями, можно приступать к решению задач, разделенных по пяти основным темам. Задания включают анализ рисунков и таблиц с экспериментальными данными, построение графиков и диаграмм, расчет основных экологических характеристик особей вида, популяций, биоценозов, экосистем и агросистем. Прогнозирование состояния и допустимых параметров использования биологических систем, и принятие решения на основе использования математических методов.

1 СРЕДА ОБИТАНИЯ. ДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Общие указания

Для успешного освоения темы и решения расчетных задач необходимо изучить следующие понятия и законы.

Среда – все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, развитие, рост, жизнедеятельность.

Экологические факторы – элементы среды, необходимые организму и оказывающие на него определенное воздействие. Их подразделяют на три группы: **абиотические** – факторы неживой природы; **биотические** – факторы живой природы; **антропогенные** – факторы, обусловленные деятельностью человека.

Эффект воздействия экологических факторов зависит от дозы, воспринимаемой организмом. Для каждого организма и вида существуют наиболее благоприятный диапазон действия фактора (доза), называемая **оптимальной**, и диапазон (как в сторону повышения, так и в сторону понижения) когда организм испытывает угнетение – **пессимальная зона**. Также можно выделить значения фактора, когда существование организма невозможно – **пределы выносливости**. Свойство вида адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды называется экологической **пластичностью** (или валентностью) вида. Так как организмы существенно отличаются по приспособленности к каждому фактору среды принято выделять две группы по экологической пластичности: **эврибионты** и **стенобионты**. Если первые имеют широкие пределы выносливости, то последние, наоборот, узкие.

Обратите внимание, что по отношению к факторам среды выделяют экологические группы живых организмов. Например, по отношению к температуре у прокариот выделяют **психро-, мезо- и термофилы**, соответственно, от холодостойких до адаптированных к температурам порядка + 100 °С. В царстве растений принято выделять **морозоустойчивые, холодостойкие, теплолюбивые** виды. У животных – **пойкилотермные** (холоднокровные), **гомойотермные** (теплокровные) и **гетеротермные** (теплокровные, но способные снижать температуру тела до температуры окружающей среды). Кроме того, адаптация к температуре

окружающей среды у животных осуществляется через размеры и форму тела (**правило Бергмана**), а регулирование температуры через выступающие части тела (конечности, ушные раковины, органы обоняния) (**правило Аллена**).

Для успешного освоения темы необходимо также изучить экологические группы живых организмов по отношению к другим факторам среды.

Для растений и пойкилотермных животных важно общее количество тепла, которое они могут получить из внешней среды. Это количество, необходимое для развития, определяется **суммой эффективных температур**. Зная нижний температурный порог развития, легко определить период развития. Например, если нижний порог развития 10°C , а реальная в данный момент температура воздуха 25°C , то эффективная температура составит 15°C .

Все разнообразие условий на Земле объединяют в четыре среды обитания: водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную. Для каждой из них выделяют **средообразующие** факторы, определяющие свойства среды, а также **лимитирующие** факторы, значение которых наиболее удалено от оптимального. Повторите особенности жизненных сред, выделив средообразующие и лимитирующие факторы в них.

Внимательно изучите **закон толерантности** и его частный случай **закон минимума Либиха**. Суть этих экологических законов сводится к тому, что фактор, значение которого в наибольшей степени удалено от оптимума, ограничивает жизнедеятельность организма и вида и определяет их распространение, даже в том случае, если сочетание других факторов среды близко к оптимальному. Обратите внимание, что толерантность (устойчивость) к факторам среды хотя и закрепляется генетически, но может варьировать в зависимости от возраста и индивидуальных особенностей организма.

Задача 1. Дайте определение понятиям: экологический фактор, оптимальный фактор, ограничивающий фактор. Заполните таблицу 1.

Таблица 1 – Характеристика основных групп экологических факторов

Основные группы экологических факторов	Определение и общие закономерности	Примеры

Задача 2. Постройте график зависимости жизнедеятельности мухи в зависимости от температуры, если известно, что при $+8^{\circ}\text{C}$ и $+40^{\circ}\text{C}$ муха неподвижна, $+10^{\circ}\text{C}$ и $+37^{\circ}\text{C}$ – только бежит, $+14^{\circ}\text{C}$ и $+33^{\circ}\text{C}$ – взлетает, если потревожить, $+18^{\circ}\text{C}$ и $+25^{\circ}\text{C}$ – активно летает. Отметьте пределы выносливости и зоны оптимума и пессимума.

Задача 3. Начертите график областей выживания и оптимума бабочки яблонной плодожорки, являющейся вредителем садов. На горизонтальной оси отмечайте влажность, а на вертикальной – температуру, используя следующие показатели (по Ф. Дре, 1976):

1) полная гибель особей наступает при сочетаниях 10°C и 100% влажности; 4°C и 80%; 15°C и 40%; 28°C и 15%; 36°C и 55%; 37°C и 100%.

2) гибель менее 10 % особей наступает при сочетаниях 20°C и 85% влажности; 22°C и 95%; 27°C и 55%; 26°C и 55%; 22°C и 70%.

Соедините замкнутыми кривыми полученные точки и определите вероятность размножения вредителя а) при $18 - 25^{\circ}\text{C}$ и 70 – 90 % влажности; б) при $20 - 35^{\circ}\text{C}$ и 20 – 35 % влажности? Ответ поясните.

Задача 4. В исследованиях по изучению токсического влияния ионов меди на моллюска битинию Лича (*Bithinia leachi*) было

установлено, что концентрации ниже 0,04 мг/л не оказывают влияния на взрослых особей вида. Их выживаемость составляет от 95% до 100 %. При увеличении концентрации до 0,06 мг/л смертность повышается на 10%. Дальнейшее увеличение концентрации до 0,1 мг/л и 2 мг/л приводит к 48% и 96% смертности среди взрослых особей. 100% смертность отмечается при 3,5 мг/л. Постройте диаграмму зависимости смертности популяции моллюска в зависимости от концентрации ионов меди в среде. Какое влияние на численность битинии окажет содержание в среде 0,08 мг/л и 1,5 мг/л ионов меди, если первоначально было 100 особей. Сколько особей при этом погибнет?

Задача 5. Для роста пшеницы нужна температура от 0° до +42°С, нормальной жизнедеятельности муравья рыжего – +1,5 – +50°С, туберкулезной бактерии +26 – +41°С. Какие из этих организмов будут являться эвритермными, а какие – stenothermными? Почему? Отметьте на графике пределы выносливости этих видов в одной системе координат. Дайте определение понятиям: эврибионты, стенобионты.

Задача 6. Большинство организмов имеют различные пределы толерантности по отношению к факторам среды. Для описания экологической ниши применяется специальная терминология. Опишите особенности местообитания следующих видов: а) актиния является политермным, эврифотным и олигобатным организмом; б) жаброногий рачок артемия – эвритермным, полигалинным, стенофагическим организмом; в) озерная лягушка – полигидрическим, олигофотным и эврибатным организмом

Задача 7. Проанализируйте таблицу 2 зависимости активности полета четырех видов слепней (*Tabanus* sp.) в зависимости от температуры воздуха. Начертите графики, указав пределы толерантности каждого вида. Определите эври- и stenothermные виды. Для каких видов температура + 17 °С является экстремальной, а для каких – лимитирующей? Какие виды могут обитать в Пензенской области и, какой вид, по вашему мнению, будет более приспособленным? Ответ поясните.

Таблица 2 – Зависимость жизнедеятельности четырех видов слепней от температуры

Характеристика фактора среды	Виды слепней			
	А	Б	В	Г
Оптимум	+ 20 - 27 °С	+ 15 - 20 °С	+ 25 - 27 °С	+ 20 - 27 °С
Субоптимум	+ 28 - 30 °С + 15 - 19 °С	+ 22 - 26 °С + 10 - 13 °С	+ 28 - 33 °С + 20 - 24 °С	+ 28 - 34 °С + 15 - 20 °С
Пессимум	+ 31 - 36 °С + 10 - 13 °С	+ 26 - 33 °С + 6 - 9 °С	+ 35 - 43 °С + 16 - 19 °С	+ 30 - 35 °С + 10 - 13 °С
Лимитирующий пессимум (пределы выносливости)	> + 40 °С < + 5 °С	> + 35 °С < + 5 °С	> + 45 °С < + 15 °С	> + 40 °С < + 9 °С

Задача 8. Определите, какой фактор и почему является ограничивающим в предложенных утверждениях:

- Простейшие широко распространены в почве и водной среде, но не могут жить в кипяченой воде.
- Пресноводная гидра встречается чаще в стоячих водоемах.
- В загрязненных сточными водами реках раки практически не встречаются.
- Разнообразие и численность змей в тропических странах значительно больше, чем в умеренных.

Задача 9. На графике (рис. 1) показана зависимость смертности соснового коконопряда (*Dendrolimus pini*) (% выживших особей) при совокупном влиянии относительной влажности воздуха (по горизонтали) и температуры воздуха (по вертикали). Постройте графики зависимости доли выживших особей от температуры (1) и от влажности воздуха (2). При каких величинах влажности и температуры наблюдается оптимум и пессимум вида? Какой из двух факторов будет оказывать наибольшее лимитирующее действие на распространение вида, почему? Как изменятся графики при определенных условиях равновесия (пунктирная прямая)? Как рассчитывается равновесное состояние системы?