МОУ ДОД Дворец творчества детей и молодежи

Донская Академия Наук Юных Исследователей

**Секция: общая математика**

**Исследовательская работа**

**тема**: «Математическое моделирование в экологии».

Скорченко Данил Юрьевич

ученик 9 «А» класса

МОУ СОШ № 10 г. Сальска

Руководитель:

Киктенко Вера Дмитриевна

учитель математики

г. Ростов-на-Дону

2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ.

ВВЕДЕНИЕ.

* 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОЗНАНИЯ…………………..3
  2. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ…………………………………………................4

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

* 1. РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ…6
  2. ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ

МОДЕЛЕЙ……………………………………………………………...8

* 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО

МОДЕЛИРОВАНИЯ…………………………………………………..10

* 1. ПРИЧИНЫ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ…11
  2. ОРГАНИЗАЦИЯ НА ПОПУЛЯЦИОННОМ УРОВНЕ……………13
  3. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ……………14

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ…………………………………………….17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. ЗНАЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ…………………….22

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…………………………………………………….23

1. ВВЕДЕНИЕ.

* 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОЗНАНИЯ.

Осенью, путешествуя по страницам Интернета, я встретил такую задачу: Начальная численность популяции оленя (жертвы) составляет 2000 особей. Оленями питаются два хищника – волк и пума. Выжившая к концу года часть популяции оленей, увеличивает свою численность на 40%. Начальная численность популяции волков составляет 15 особей, один волк употребляет по 30 оленей ежегодно, годовой прирост популяции волков составляет 10%. Начальная численность пум неизвестна, одна пума употребляет по 20 оленей ежегодно, годовой прирост популяции пум составляет 20%. Смертность оленей по иным причинам равна 0. Смертность волков и пум равна 0. Рассчитайте, какова будет численность оленей через 1, 3, 5 и 10 лет при полном отсутствии хищников. Отобразите изменения численности оленей в течение данного периода графически.

Почему меня заинтересовала эта задача? Я просто подумал: «Как обстоят дела в нашей родной степи?» Ведь несколько лет назад на страницах газеты «Сальская степь» писали о выросшей популяции волков в районе, о том, что они нападают на людей. Зная, что у нас водятся лисы, зайцы, волки, я начал свои исследования…

Прежде всего, я установил, что задача, заинтересовавшая меня, относится к разделу математическое моделирование.

Моделирование – это метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей. Человечество в своей деятельности (научной, образовательной, технологической, художественной) постоянно создает и использует модели окружающего мира. Строгие правила построения моделей сформулировать невозможно, однако человечество накопило богатый опыт моделирования различных объектов и процессов.

Модели позволяют представить в наглядной форме объекты и процессы, недоступные для непосредственного восприятия (очень большие или очень маленькие объекты, очень быстрые или очень медленные процессы и др.). Наглядные модели часто используются в процессе обучения. В курсе географии первые представления о нашей планете Земля мы получаем, изучая ее модель – глобус, в курсе физики изучаем работу двигателя внутреннего сгорания по его модели, в химии при изучении строения вещества используем модели молекул и кристаллических решеток, в биологии изучаем строение человека по анатомическим муляжам и др.

Математическое моделирование — процесс построения и изучения математических моделей. Все естественные и общественные науки, использующие математический аппарат, по сути занимаются математическим моделированием: заменяют реальный объект его моделью и затем изучают последнюю. Математическая модель — это модель, созданная с помощью математических понятий.

А. А. Ляпунов отмечал, что моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель):

- находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;

- способная замещать его в определенных отношениях;

- дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте.

* 1. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Невозможно представить современную науку без широкого применения математического моделирования. Элементы математического моделирования использовались с самого начала появления точных наук, и не случайно, что некоторые методы вычислений носят имена таких корифеев науки, как Ньютон и Эйлер, а слово алгоритм происходит от имени средневекового арабского ученого Аль-Хорезми. Второе рождение этой методологии пришлось на конец 40-х - начало 50-х годов XX века и было обусловлено, по крайней мере, двумя причинами. Первая из них - появление компьютеров, хотя и скромных по нынешним меркам, тем не менее, избавивших ученых от огромной по объему рутинной вычислительной работы. Вторая - беспрецедентный социальный заказ - выполнение национальных программ СССР и США по созданию ракетно-ядерного щита, которые не могли быть реализованы традиционными методами. Математическое моделирование справилось с этой задачей: ядерные взрывы и полеты ракет и спутников были предварительно осуществлены в недрах ЭВМ с помощью математических моделей и, лишь затем, претворены на практике. Этот успех во многом определил дальнейшие достижения методологии, без применения которой в развитых странах ни один крупномасштабный технический, экологический или экономический проект теперь всерьез не рассматривается.

Технические, экономические, экологические и иные системы, изучаемые современной наукой, очень часто не поддаются исследованию (в нужной полноте) обычными теоретическими методами. Прямой натуральный эксперимент над ними долог, дорог, часто либо опасен, либо невозможен, так как многие из этих систем существуют в единственном экземпляре. Поэтому математическое моделирование является неизбежной составляющей научно-технического прогресса.

Актуальность моей работы состоит в том, что метод математического моделирования – средство изучения и прогнозирования природных процессов.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.
   1. РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.

Экология – одно из слов, появившихся сравнительно недавно у всех на устах и на страницах газет и журналов. Ещё в 60-х годах XX века никто, кроме узких специалистов, его не знал, да и большинство из тех, кто знал, использовал в таком смысле, который вряд ли способен заинтересовать широкую общественность. А между тем, термину более 120 лет.

Математическое моделирование в экологии используется практически с момента возникновения этой науки. Первые исследования по применению математического моделирования в экологии относятся к двадцатым - тридцатым годам XX - го столетия. Например, известное моделирование плодовитости кроликов (1228 г., итальянский математик Фибоначчи) представляет одну из первых попыток математического прогноза динамики биологических процессов.

И, хотя поведение организмов в живой природе гораздо труднее адекватно описать средствами математики, чем самые сложные физические процессы, модели помогают установить некоторые закономерности и общие тенденции развития отдельных популяций, а также сообществ. Кажется удивительным, что люди, занимающиеся живой природой воссоздают её в искусственной математической форме, но есть веские причины, которые стимулируют эти занятия. Вот некоторые цели создания математических моделей в экологии:

Модели помогают выделить суть или объединить и выразить с помощью нескольких параметров важные разрозненные свойства большого числа уникальных наблюдений, что облегчает экологу анализ рассматриваемого процесса или проблемы.

Модели выступают в качестве «общего языка», с помощью которого может быть описано каждое уникальное явление, и относительные свойства таких явлений становятся более понятными.

Модель может служить образцом «идеального объекта» или идеализированного поведения, при сравнении с которым можно оценивать и измерять реальные объекты и процессы.

Модели действительно могут пролить свет на реальный мир, несовершенными имитациями которого они являются.

Hеобходимым условием для построения содержательных математических моделей является наличие подробной естественнонаучной информации об устройстве и механизмах функционирования системы. Основными принципами, используемыми при построении моделей, являются универсальные законы сохранения: балансовые уравнения математико-экологических моделей основаны, как правило, на следующих законах: сохранения числа частиц (например, численности особей); сохранения вещества; сохранения энергии. Кроме этого, уравнения содержат количественные выражения принятых гипотез о специфических экологических процессах (рождаемости, смертности, питания).

Pазвитие математико-экологических моделей можно проследить по эволюции тех научных и прикладных вопросов, для ответа на которые эти модели создавались. Вопросы эти усложнялись по мере развития экологии и совершенствования методики моделирования. Если вначале сами вопросы и результаты математического моделирования представляли отвлеченный теоретический интерес, то в дальнейшем они стали носить конкретный практический характер.

Первой математической моделью была модель Ферхюльста, она описывала численность популяции, ее динамику.

Надорганизменные системы, которые изучает экология – популяции, биоценозы, экосистемы, – чрезвычайно сложны. В них возникает множество взаимосвязей, сила и постоянство которых непрерывно меняются. Одни и те же внешние воздействия могут привести к различным, иногда прямо противоположным результатам, в зависимости от того, в каком состоянии находилась система в момент воздействия.

Предвидеть ответные реакции системы на действие конкретных факторов можно лишь через сложный анализ существующих в ней количественных взаимоотношений и закономерностей. Поэтому в экологии широкое распространение получил метод математического моделирования как средство изучения и прогнозирования природных процессов.

Суть метода заключается в том, что с помощью математических символов строится абстрактное упрощенное подобие изучаемой системы. Затем, меняя значение отдельных параметров, исследуют, как поведет себя данная искусственная система, т. е. как изменится конечный результат.

Первые математические модели учитывали закономерности естественного развития экологических систем. Полагалось, что компоненты экосистем, взаимодействуя, стремятся к стабильности своего системного образования и подчиняются законам эволюции. Под стабильностью экосистемы понимается ее способность к изменению своей структуры без разрушения системы в целом, а под сохранением - способность сохранять ее основные характеристики. Экосистема в целом является саморегулируемым комплексом, который стремится достигнуть стабильного состояния. Это возможно благодаря наличию как прямых, так и внутренних или внешних обратных связей. Простое саморегулирование, основанное на отрицательных обратных связях, осложняется наличием вторичных реакций и существованием предельных воздействий на экологические объекты.

В дальнейшем появились модели техносферы и модели, учитывающие антропогенное воздействие на компоненты планетарной экосистемы с проведением численных экспериментов и формированием качественных и количественных прогнозов. Модели стали базироваться на массовых данных динамического контроля, которые в той или иной степени отвечали требованиям пространственно-временной, качественной и количественной репрезентативности.

При наличии обратных связей равновесие экосистемы имеет многозначный характер:

- стабильное равновесие, когда имеет место тенденция системы реставрировать условия предыдущего равновесия, которые были нарушены извне;

- нестабильное (дискретностабильное) равновесие, когда незначительное внешнее воздействие ведет к изменениям, заканчивающимся достижением нового устойчивого равновесия;

- динамическое равновесие - режим сбалансированных колебаний системы относительно постоянно развивающихся во времени и в определенном направлении условии функционирования системы, причем амплитуда этих колебаний значительно превышает размах изменений среднего состояния системы.

Модели строят на основании сведений, накопленных в полевых наблюдениях и экспериментах. Чтобы построить математическую модель, которая была бы адекватной, т. е. правильно отражала реальные процессы, требуются существенные эмпирические знания. Отразить все бесконечное множество связей популяции или биоценоза в единой математической схеме нереально. Однако, руководствуясь пониманием, что в надорганизменных системах имеется внутренняя структура и, следовательно, действует принцип «не все связи существенны», можно выделить главные связи и получить более или менее верное приближение к действительности.

* 1. ЭТАПЫ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.

В построении математических моделей сложных процессов выделяются следующие этапы.

1. Прежде всего, те реальные явления, которые хотят смоделировать, должны быть тщательно изучены: выявлены главные компоненты и установлены законы, определяющие характер взаимодействия между ними. Если неясно, как связаны между собой реальные объекты, построение адекватной модели невозможно. На этом этапе должны быть сформулированы те вопросы, ответ на которые должна дать модель. Прежде чем строить математическую модель природного явления, надо иметь гипотезу о его течении.

2. Разрабатывается математическая теория, описывающая изучаемые процессы с необходимой детальностью. На ее основе строится модель в виде системы абстрактных взаимодействий. Установленные законы должны быть облечены в точную математическую форму. Конкретные модели могут быть представлены в аналитической форме (системой аналитических уравнений) или в виде логической схемы машинной программы. Модель природного явления есть строгое математическое выражение сформулированной гипотезы.

3. Проверка модели – расчет на основе модели и сличение результатов с действительностью. При этом проверяется правильность сформулированной гипотезы. При значительном расхождении сведений модель отвергают или совершенствуют. При согласованности результатов модели используют для прогноза, вводя в них различные исходные параметры.

Следует, однако, отметить, что сама по себе математическая модель не может служить абсолютным доказательством правильности той или иной гипотезы, так как может оказаться, что разные гипотезы приводят к сходным результатам, но она служит одним из путей анализа реальности.

Расчетные методы в случае правильно построенной модели помогают увидеть то, что трудно или невозможно проверить в эксперименте, позволяют воспроизводить такие процессы, наблюдение которых в природе потребовало бы много сил и больших промежутков времени. В математических моделях можно «проигрывать» разные варианты – вычленять разные связи, комбинировать отдельные факторы, упрощать или усложнять структуру систем, менять последовательность и силу воздействий – все это дает возможность лучше понять механизмы, действующие в природных условиях.

Моделируют различные по характеру процессы, происходящие в реальной среде, как, например, отдельные типы экологических взаимодействий хищник – жертва, паразит – хозяин, конкурентные отношения, мутуализм и др. Математическими моделями описываются и проверяются разные варианты динамики численности популяций, продукционные процессы в экосистемах, условия стабилизации сообществ, ход восстановления систем при разных формах нарушений и многие другие явления. Сами методы математического моделирования биологических систем развиваются, совершенствуются и разнообразятся.

* 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Для изучения процессов, происходящих в экологических системах, используется как математическое, так и имитационное моделирование. В экологическом моделировании можно выделить два основных направления:

а) моделирование взаимодействия организмов друг с другом и с окружающей средой (классическая экология);

б) моделирование, связанное с состоянием окружающей среды и ее охраной (социальная экология).

Оба направления представлены большим количеством разработанных моделей.

В классической экологии рассматриваются взаимодействия нескольких типов:

· взаимодействие организма и окружающей среды;

· взаимодействие особей внутри популяции (популяция — это совокупность особей одного вида, существующих в одно и то же время и занимающих определенную территорию);

· взаимодействие между особями разных видов (между популяциями).

При построении математических моделей в экологии используется опыт математического моделирования механических и физических систем, но с учетом специфических особенностей биологических систем:

· сложности внутреннего строения каждой особи;

· зависимости условий жизнедеятельности организмов от многих факторов внешней среды;

· не замкнутости экологических систем;

· огромного диапазона внешних характеристик, при которых сохраняется жизнеспособность систем.

В математическую модель закладываются биологические представления, гипотезы о кинетических свойствах процессов (скоростях роста, размножения, гибели, интенсивностях взаимодействия). Синтезируя эту информацию, модель позволяет изучить качественно и количественно пространственно-временную структуру, формирующуюся в реальной или гипотетической системе, вскрыть причинно-следственные связи.

Исследуемое явление настолько сложно, что проанализировать его традиционными биологическими методами было бы невозможно. В свою очередь построение и исследование сложных математических моделей требует развития новых математических методов, служит импульсом развития математической теории.

* 1. ПРИЧИНЫ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ.

Первая в математической экологии работа, направленная на изучение пространственной неоднородности, принадлежит Дж. Скеламу (Skellam, 1951). Им исследованы процессы распределения планктона в природных и лабораторных условиях. В это же время математик В. Вольтерра выявил сходные закономерности для системы хищник – жертва, обрабатывая статистические данные рыбного промысла. Один из выведенных им законов – «закон периодического цикла» – гласит, что процесс уничтожения одного вида другим может привести к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов, зависящих только от коэффициентов роста популяций хищника и жертвы и от исходной относительной численности.

В период, когда были сделаны эти расчеты, экологи вели поиск причин циклических колебаний численности, которые были обнаружены к тому времени у ряда видов. Делались попытки отыскать внешние факторы (космические, солнечные, атмосферные), ответственные за периодические изменения популяций. Модели А. Лотки и В. Вольтерра позволили выдвинуть идею, что периодический колебательный режим в популяциях может возникнуть в результате межвидовых отношений и без внешнего периодического воздействия. Эта идея оказалась плодотворной для дальнейшего развития теории динамики численности популяций. Однако сама модель являлась не адекватной, т. е. не описывала действительность, так как в природе практически не обнаруживаются подобные непрерывные осцилляции с постоянной амплитудой у пар видов, связанных по типу хищник – жертва или паразит – хозяин.

Уравнения А. Лотки и В. Вольтерра были чрезвычайно упрощенными, так как исходили из целого ряда нереальных допущений: что изменение численности популяции одного вида немедленно вызывает ответную реакцию популяции другого вида, что «аппетиты» хищника беспредельны, поиски жертв - случайны, что плодовитость хищников пропорциональна численности всей популяции жертв.

Г.Ф. Гаузе (1934, 1935) показал, что во взаимодействиях хищника и жертвы широко распространен эффект «запаздывания» из-за разницы в скоростях размножения, играют роль такие показатели, как степень насыщения («функциональная реакция») хищников. Время, затрачиваемое ими на поиск и поимку добычи, способность переключаться на другую пищу, защитные приспособления жертв, размещение их в пространстве и территориальное поведение, возрастная и половая структура популяций и многое другое. Кроме того, рост численности популяций может сдерживаться и другими причинами, в том числе внутривидовыми взаимоотношениями.

В 1933 г. А. Никольсон, несколько усложнив математическую модель Лотки, и введя в систему дополнительных хозяев и паразитов, показал, что это ослабляет осцилляции. В 1936 г. А. Н. Колмогоров разработал новые подходы и описал также возможности устойчивого стационарного состояния системы взаимодействующих через трофические связи видов. Позднее для систем хищник – жертва, паразит – хозяин было предложено множество других моделей. С введением в модели дополнительных параметров сильно усложняется математический аппарат и техника расчетов. Многие из этих ограничений позволили снять использование электронно-вычислительных машин.

В экологии сначала преобладали математические модели, основанные на предположениях о существовании в природе четких причинно-следственных зависимостей между популяциями в сообществах (так называемый детерминистский подход). В настоящее время меняется сам подход к математическому моделированию в экологии. Разработаны так называемые имитационные модели, основное внимание в которых уделяется именно разнообразию внутренней структуры популяций и сообществ. Вместо отбрасывания «несущественных» связей математики пытаются определить роль внутреннего разнообразия в поддержании существования надорганизменных систем.

Математическое моделирование широко применяется при решении экологических проблем, связанных с антропогенными воздействиями на природную среду. В современных математических моделях выделяют тактические и стратегические модели. Тактические модели экосистем и популяций служат для экологического прогнозирования их состояния, в том числе при разного рода экзогенных воздействиях. Стратегические модели строят в основном с исследовательскими целями, для вскрытия общих законов функционирования биологических систем, таких, как стабильность, разнообразие, устойчивость к воздействиям, способность возвращаться в исходное состояние. В задачи стратегических моделей входит изучение с помощью ЭВМ последствий разных стратегий управления экосистемами, чтобы иметь возможность выбрать оптимальную.

* 1. ОРГАНИЗАЦИЯ НА ПОПУЛЯЦИОННОМ УРОВНЕ.

Организация на популяционном уровне связана в основном с регулированием численности и плотности популяций. Плотность популяции – это величина, определяемая числом особей или биомассой по отношению к единице пространства. Существуют верхние и нижние пределы для размеров популяции. Способность популяции к увеличению характеризуется рождаемостью. Различают максимальную рождаемость (иногда ее называют абсолютной или физиологической) – теоретически возможное количество особей в идеальных условиях, когда размножение ограничивается только физиологическими факторами (для данной популяции это величина постоянная), и экологическую, или реализуемую, рождаемость.

По отношению к популяции выделяют три возраста: пререпродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный. Существует константа стабильного распределения по возрастам. Для мелких организмов характерен короткий жизненный цикл, для крупных – более длинный. Имеет место компенсаторный механизм, когда высокое выживание обусловливает высокую вероятность снижения выживания в последующие годы.

Организацию на популяционном уровне нельзя понять без рассмотрения экосистемы в целом и наоборот. Распределение особей в популяции может быть случайным (когда среда однородна, а организмы не стремятся объединяться в группы), равномерным (когда между особями сильна конкуренция, способствующая равномерному распределению в пространстве) и групповым (в виде скоплений, что встречается чаще всего).

В популяции идут два противоположных процесса – изоляция и агрегация. Факторы изоляции – конкуренция между особями за пищу при ее недостатке и прямой антагонизм. Это ведет к равномерному или случайному распределению особей. Конкуренцией называют взаимодействие двух организмов, стремящихся к одному и тому же (пище, пространству и т. п.). Конкуренция бывает внутри – и межвидовой. Межвидовая конкуренция является важным фактором развития экосистем как целостностей более высокого ранга.

Два последствия агрегации: увеличение внутривидовой конкуренции и увеличение взаимопомощи, способствующей выживанию группы в целом. У особей, объединенных в группу, по сравнению с одиночными особями нередко наблюдается снижение смертности в неблагоприятные периоды или при нападении других организмов, поскольку в группе поверхность их соприкосновения со средой по отношению к массе меньше и поскольку группа способна изменять микроклимат или микросреду в благоприятном для себя направлении. Лучше всего, положительное влияние объединения в группу на выживание выражено у животных. Было обнаружено, что рыбы в группе могут выдерживать большую дозу яда, введенного в воду, чем изолированные особи. В человеческом обществе влияние социализации еще сильнее.

Факторы, сдерживающие рост численности популяции, располагаются последовательно: хищники, паразиты, инфекции, внутривидовая конкуренция. Если это травоядные животные, то вместо хищников на первом этапе действует количество потребляемой пищи. В отношении же к человеку вопрос о том, действуют ли естественные механизмы снижения численности его популяции при ее увеличении, пока остается открытым. Можно предположить, что природа отвечает на доминирование человеческой популяции новыми вирусами, приводящими к новым заболеваниям и устойчивыми к применяемым сознательно или нет ядам. Само общество хочет вернуться к регулированию численности как бессознательно, так и осознанно (так называемое планирование семьи). Каков будет общий результат, покажет будущее.

* 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ.

Первыми экосистемами, которые изучались с помощью количественных методов, были системы «хищник – жертва». Американец А. Лотка в 1925 году и итальянец В. Вольтерра в 1926 году создали математические модели роста отдельной популяции и динамики популяций, связанных отношениями конкуренции и хищничества. Исследование систем «хищник – жертва» показало, что типичной для популяции жертв эволюцией является увеличение рождаемости, а для популяции хищников – совершенствование способов ловли жертвы.

В дальнейшем метод математического моделирования применялся в экологии все шире, что обусловливалось его большими потенциальными возможностями. Моделирование дает предварительное объяснение и предсказание поведения экосистем в условиях, когда теоретический уровень исследований природной среды недостаточно высок. В этом аспекте моделирование всегда будет дополнять теоретические построения, так как разрыв между практическим воздействием на природу и теоретическим осмыслением последствий такого воздействия сохраняется, и все качественно новые варианты перестройки биосферы обязательно должны моделироваться.

Модель как средство преобразования характеризуется не только соответствием с объектом, который должен быть преобразован. Она сообразуется с планирующей деятельностью человека, а, следовательно, с теми орудиями труда, которыми общество обладает. В модели образуется единство свойств, которые подобны свойствам прототипа, и свойств, выражающих целевую установку человека.

Моделирование является общепризнанным средством познания действительности. Этот процесс состоит из двух больших этапов: разработки модели и анализа разработанной модели. Моделирование позволяет исследовать суть сложных процессов и явлений с помощью экспериментов не с реальной системой, а с ее моделью. В области создания новых систем моделирование является средством исследования важных характеристик будущей системы на самых ранних стадиях ее разработки.

Широкое применение математических методов позволяет поднять общий уровень теоретических исследований, дает возможность проводить их в более тесной связи с экспериментальными исследованиями. Математическое моделирование может рассматриваться как новый метод познания, конструирования, проектирования, который сочетает в себе многие достоинства, как теории, так и эксперимента. Идея моделирования заключается в замещении изучаемого объекта его аналогом. Информационные модели представляют характеристики объекта в виде данных в некой системе. Математические - формализуют закономерности динамики объекта в виде численных соотношений. При этом реализуется фундаментальное понятие наблюдаемости, которое можно трактовать, как возможность для внешнего наблюдателя получать информацию о прошлом состоянии объекта, на ее основе предвидеть его поведение в будущем и управлять им. Эту модель в самом общем виде можно представить как набор правил для вычисления предсказываемых значений неких характеристик моделируемого объекта.

Описание динамики природных объектов опирается на представления об их системной организации. Математическое моделирование - один из основных инструментов системного анализа, позволяющий в ряде случаев избежать трудоемких и дорогостоящих натурных экспериментов.

Академик А.Н.Тихонов дает следующее определение: «Математическая модель - приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики». Он выделяет четыре этапа математического моделирования. Первый - "формулирование законов, связывающих основные объекты модели", второй - "исследования математических задач, к которым приводят математические модели", третий - "выяснение, согласуются ли результаты наблюдений с теоретическими следствиями модели в пределах точности наблюдений", четвертый - "последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели".

Уточним эту схему для ситуации моделирования в биологии и экологии.

1. Моделирование начинается со сбора новой или ревизии существующей информации об объекте.

2. Параллельно происходит процесс определения и уточнения целей и задач моделирования. Первые два этапа взаимосвязаны.

3. Следующий этап связан с организацией ввода и хранения данных в компьютере.

4. Следующий этап - анализ и обработка данных. В ряде аспектов его полезно вести параллельно с вводом данных.

5. Построение математических моделей функционирования объекта и анализ свойств моделей составляет содержание следующего этапа. В соответствии с целями исследования решаются различные математические задачи, проверяется адекватность моделей объекту исследования.

6. Последний этап является постмодельным. На основе модельного анализа свойств объекта подводятся итоги, делается оценка состояния объекта и при необходимости принимаются решения по управлению объектом (если управление возможно и необходимо).

От результатов моделирования, качества и количества внемодельной информации зависит значимость модельных разработок в принятии решений.

Компьютерное моделирование является сегодня обязательным этапом в принятии ответственных решений во всех областях деятельности человека в связи с усложнением систем, в рамках которых человек должен действовать и которыми он должен управлять.

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Итак, работая над проблемой математического моделирования, я узнал, что у нас в районе двенадцать охотхозяйств: Баранниковское, Гигантовское, Зерновое, Манычский ПООУ, Кугультинское, Северное, Юловское, Кручено-Балковское, Ново-Егорлыкское, Сандатовское, Сальское, Хорьковское. Все данные, используемые в моей работе, мне помогли найти Лужецкая Лина Юрьевна, Морозов Владимир Петрович\_\_\_\_

Моделирование в экологической среде позволяет прогнозировать развитие биологических популяций, управлять численностью отдельных видов и предсказывать влияние угрожающих развитию факторов.   
Перед нами сегодня стоит следующая задача.   
*Общее условие задачи*. Начальная численность популяции зайца (жертвы) в конце 2008 года составляла 3440 особей. Зайцами питаются два хищника – лисица и волк. Выжившая к концу года часть популяции зайцев увеличивает свою численность на 130%. Начальная численность популяции лис составляет 350 особей, волков – 15 особей, один волк и одна лисица потребляют по 9 зайцев ежегодно. Годовой прирост популяции лис составляет 100%, волков – 60%. Смертность зайцев по иным причинам равна 10% (от ворон, охотников и др.). Смертность волков - 40% и лис – 51% (от рук охотников и др.). В процессе исследования мы рассмотрим 2 задачи.  
*1 этап моделирования - постановка задачи*.  
Уточненная постановка задачи.   
**Задача 1.**

Рассчитать, какова будет численность зайцев, лис и волков через 1, 3, 5 и 10 лет при полном отсутствии их смертности. Отобразить изменения численности зайцев, лис и волков в течение данного периода графически.

Цель моделирования – исследовать изменение численности популяции зайцев, лис, волков при отсутствии фактора смертности.   
*2 этап моделирования – разработка информационной модели*.  
Для того чтобы построить требуемую информационную модель, необходимо определить, каким формальным языком удобнее описать эту модель. Так как известны исходные числовые данные, то требуется рассчитать численность зайцев за определенное время, удобнее описать модель с помощью языка математики и для расчетов использовать знакомую нам среду электронных таблиц. В среде электронных таблиц (Угринович, 2009г.) наша информационная модель будет содержать две области:

* исходные данные;
* расчетные данные.

*Определим формулы для расчета*.   
Известна начальная численность зайцев. Известен прирост популяции на 130%, тогда для вычисления численности зайцев в каждом следующем году получим формулу: 3440 + 3440∙1,3= 3440·2,3.

Для электронных таблиц имеем формулу: С1\*2,3.

Известна начальная численность лис. Известен прирост популяции на 100%, тогда для вычисления численности лис в каждом следующем году получим формулу: 350 + 350∙1 = 350·2.

Для электронных таблиц имеем формулу: B1\*2.

Известна начальная численность волков. Известен прирост популяции на 60%, тогда для вычисления численности волков в каждом следующем году получим формулу: 15 + 15∙0,6=15·1,6.

Для электронных таблиц имеем формулу: A1\*1,6.

*3 этап. Построение компьютерной модели.*   
*План эксперимента.*   
Ввести формулы, необходимые для расчета.   
Произвести расчеты роста численности популяции.   
По результатам расчетов построить график.   
*Изменение численности популяций при отсутствии смертности.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Год | Отсутствие жертв | | Отсутствие хищников |
| волк | лиса | заяц-русак |
| 2008 | 15 | 350 | 3440 |
| 2009 | 24 | 700 | 7912 |
| 2010 | 38,4 | 1400 | 18197,6 |
| 2011 | 61,44 | 2800 | 41854,5 |
| 2012 | 98,304 | 5600 | 96265,3 |
| 2013 | 157,29 | 11200 | 221410 |
| 2014 | 251,66 | 22400 | 509243 |
| 2015 | 402,65 | 44800 | 1171260 |
| 2016 | 644,25 | 89600 | 2693898 |
| 2017 | 1030,8 | 179200 | 6195965 |

*Динамика численности популяций на протяжении 10 лет.*

*График 1.*

*4 этап. Вывод.*

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что при таком количестве зайцев, лис и волков наша экосистема претерпит сильные изменения (график 1).

**Задача 2.**

Рассчитать, какова будет численность зайцев, лис и волков через 1, 3, 5 и 10 лет при соблюдении всех условий задачи. Отобразить изменения численности зайцев, лис и волков в течение данного периода графически.

Цель моделирования – исследовать изменение численности популяции зайцев, лис, волков при соблюдении всех внешних условий, влияющих на количество особи каждой популяции.

*2 этап моделирования – разработка информационной модели.*   
*Определим формулы для расчета.*Известна начальная численность зайцев. Известен прирост популяции на 130%, лиса и волк питаются зайцами (по 9 голов в год), смертность зайцев по другим причинам – 10%. Годовой прирост лис – 100%, волков – 60%. Смертность зайцев по иным причинам равна 10% (от ворон, охотников и др.). Смертность волков - 40% и лис – 51% (от рук охотников и др.).

Тогда для вычисления численности волка в каждом следующем году получим формулу: A1\*1,6\*0,6.

Тогда для вычисления численности лис в каждом следующем году получим формулу: B1\*2\*0,49.

Тогда для вычисления численности зайцев в каждом следующем году получим формулу: C1\*2,3-A1\*1,6\*0,6\*9-B1\*2\*0,49\*9-C1\*2,3\*0,1.

*3 этап. Построение компьютерной модели.*План эксперимента.   
Ввести формулы, необходимые для расчета.   
Произвести расчеты роста численности популяции.   
По результатам расчетов построить диаграмму.   
 *Изменение численности популяций при соблюдении всех внешних условий, влияющих на количество особи каждой популяции.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Год | Волк | Лиса | Заяц-русак |
| 2008 | 15 | 350 | 3440 |
| 2009 | 14,4 | 343 | 3904,2 |
| 2010 | 13,824 | 336,14 | 4932,018 |
| 2011 | 13,27104 | 329,4172 | 7125,083 |
| 2012 | 12,7402 | 322,8289 | 11728,8 |
| 2013 | 12,23059 | 316,3723 | 21321,19 |
| 2014 | 11,74137 | 310,0448 | 41238,79 |
| 2015 | 11,27171 | 303,8439 | 82528,25 |
| 2016 | 10,82084 | 297,7671 | 168056,2 |
| 2017 | 10,38801 | 291,8117 | 345156,5 |

*Динамика численности популяций на протяжении 10 лет.*

Зачем вся эта работа? – спросите вы.

На мой взгляд, работа по определению численности популяций очень важна.  
 Одной из острейших и, пожалуй, самой актуальной остается проблема регулирования численности животных.

Пока численность волков в районе поддерживается вот уже несколько лет на одном уровне – в пределах 15 особей. Ежегодно только подсчитанный ущерб сельхозпроизводителям от волка составляет 75-100 тысяч руб. А самое негативное, что исходит от этого хищника, также как и от лисы — это распространение бешенства, что создает угрозу жизни людей. Его ежегодная добыча составляет примерно 6 голов в год, а необходимо добывать примерно в два раза больше. Охота на волка не ограничена.

Количество лис в районе тоже большое, их должно быть не более 1 лисицы на 1га, а у нас – 1,4 на 1га. А вот зайцев должно быть 60-80 особей на 1га, а у нас – 17 особей.

Поэтому одно из регулярно действующих антропогенных факторов, действующих на количество зайцев, лис и волков – охота.

В последние годы ограничены сроки охоты на зайца-русака, он длится всего 3 месяца, установлена и дневная норма добычи зайца – 1 заяц в день.

*Выводы.*

Рассматривая данные моей последней таблицы, можно сделать выводы:

1. В 2013 году популяция зайца придет к норме, и тогда можно будет увеличить добычу зайцев охотниками.
2. Добычу лис можно тоже увеличить, так как по моим расчетам к 2017 году их станет 1,3 на 1 га.

Лисы и волки очень хитрые животные, поэтому их количество трудно свести к нужной цифре.

1. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ЗНАЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.

Преимущества математических моделей состоят в том, что они точны и абстрактны, передают информацию логически однозначным образом. Модели точны, поскольку позволяют осуществлять предсказания, которые можно сравнить с реальными данными, поставив эксперимент или проведя необходимые наблюдения.

Модели абстрактны, так как символическая логика математики извлекает только те элементы, которые важны для дедуктивной логики рассуждения, исключая все посторонние значения.

Недостатки математических моделей заключаются часто в сложности математического аппарата. Возникают трудности перевода результатов с языка математики на язык реальной жизни. Пожалуй, самый большой недостаток математической модели связан с тем искажением, которое можно привнести в саму проблему, упорно отстаивая конкретную модель, даже если в действительности она не соответствует фактам, а также с теми трудностями, которые возникают иногда при необходимости отказаться от модели, оказавшейся неперспективной. Математическое моделирование настолько увлекательное занятие, что “модельеру” очень легко отойти от реальности и увлечься применением математических языков к абстрактным явлениям. Именно поэтому следует помнить, что моделирование в прикладной математике – это лишь один из этапов широкой стратегии исследования.

Математическое моделирование становится в настоящее время одной из важнейших составляющих научно-технического прогресса. Без применения этой методологии в развитых странах не реализуется ни один крупномасштабный технологический, экологический или экономический проект. Целью моделирования, в конечном счете, является принятие адекватных управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бигон М.,.Харпер Дж., Таунсенд К.. Экология. Особи, популяции и сообщества. Том 1, 2. М.: Мир. 1989.
2. Виленкин Б.Я. Взаимодействующие популяции. Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978.
3. Левич А.П., Максимов В.Н., Булгаков Н.Г. Теоретическая и экспериментальная экология планктоновых водорослей. М.: 1997.
4. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. М.: 1994.
5. Одум Ю., Экология, М.: 1986.
6. Петросян Н.А., Захаров В.В. Введение в математическую экологию. Л.:

Изд-во Ленингр. ун-та, 1986.

1. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических

продукционных процессов. М.: 1993.

1. Свирежев Ю.М., Логофет О.Д. Устойчивость биологических сообществ.

М.: Наука, 1978.

9. Угринович Н.Д. Информатика и ИКТ: учебник для 9 класса. М.: БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2009.

10. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология, М.: 1980.