

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Соколова О.Я., Володченко В.Ф., Рязанова М.С., Науменко О.А.
ГОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

В настоящее время в биокинетике науке, изучающей скорости биологических процессов и их скоростей широко используется математический аппарат обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и, в несколько меньшей степени, уравнений в частных производных (УЧП) пространственной размерности от 1 до 3. Исторически этот аппарат был заимствован из химической кинетики, где использовался для описания динамики процессов, соответственно, в сосредоточенных и распределенных системах. К настоящему времени именно он может считаться традиционным аппаратом биокинетики [1].

Современными задачами биокинетики являются:

1. Моделирование процесса автокаталитического синтеза биомассы, основывающийся не на подробном описании системы биохимических процессов в клетке с помощью системы ОДУ большой размерности, а на приближенном описании небольшой системой уравнений с запаздыванием.

2. Учет эволюции популяции приводит к УЧП большой размерности по пространству координатами которого являются эволюционирующие биокинетические параметры, такие как, удельная скорость роста, константа полунасыщения, экономический коэффициент и др.

3. Обратная задача восстановления стационарного распределения популяции по некоторому биокинетическому параметру приводит к необходимости решения интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода.

4. При рассмотрении живой системы как результата эволюции в направлении оптимизации некоторых функционалов мы приходим к прямой (если эти функционалы известны) или обратной задаче вариационного исчисления.

Изучение взаимодействия всех живых организмов представляет собой экология, данная наука была одной из биологических дисциплин, однако на данный момент она учитывает такие важные аспекты как контроль за состоянием окружающей среды. Именно благодаря математической экологии, которая включает в себя различные методы и модели, возможно решение экологических проблем.

К сожалению, невозможно охарактеризовать сложного уровня экосистемы используя простые математические модели. Для описания которых, необходимо использовать сложные имитационные модели, которые объединяют знания в одну сложную систему или интегрированные модели упрощенного вида.

С помощью многомерных математических моделей становится возможным объединить любую информацию относительно экологии, биокинетики и других наук связанных с изучением живой системы. Итогом, которых является выработка математических моделей оптимальных стратегий

решения поставленных задач. Так, при имитационном подходе обычно используют высокоразвитую вычислительную модель техники, поэтому наибольшее распространение и внедрение математических методов получили не так давно [2].

Сегодня в экологии математические модели имеют описательный тип: регрессионные и другие эмпирически установленные количественные зависимости, которые не претендуют на раскрытие системы описываемого биологического процесса протекающего в живой системе. Такие модели принято использовать для описания отдельных биологических процессов, зависимостей которые включаются в качестве дополнительных фрагментов в имитационные модели, требующих более точно детальной информации об исследуемом объекте живой системы.

Как правило, данные модели не очень большие, поддаются качественному исследованию с применением методов аналитического характера и компьютерного моделирования. В конечном итоге такой тип моделей учитывает всю имеющуюся информацию об объекте исследования, позволяющий получать более достоверные результаты. Использование определенной математической модели зависит от степени изученности и детальности сложной эколого-биологической системы. В связи с тем, что процессы в экологической системе довольно сложные, необходимо выделить значимые факторы, взаимодействие которых качественно определяет судьбу математической системы.

Изначально данные принципы были рассчитаны для популяций одного только вида, но позднее стали применяться для характеристики многовидовых сообществ и эколого-биологической систем.

Математические методы получили широкую известность и в инженерных науках, которые используются для проектирования медико-биологической техники способной осуществлять сложные экспресс анализы многокомпонентных образцов в короткие сроки.

Наряду с этим математические модели получили широкое распространение и в субъектах эколого-биологических систем: водных экосистем, играющие важную роль в математической экологии и в моделях продукционного процесса растений. Сегодня в области математической экологии моделирование продукционного процесса растений является довольно изученной и продвинутой сферой.

В связи со стремительным ростом и развитием техносферы, направленной на повышение комфортных условий жизни людей в городах, увеличивается техногенность физической и химической среды обитания, приобретая глобальный характер негативного антропогенного воздействия на природную среду. Бурное развитие промышленности, рост городов и транспорта, отсутствие пыле- и газоулавливающих установок, повлекли за собой еще большее загрязнение элементов экосистемы, что негативно влияет на окружающую среду и человеческий организм в целом, так как вследствие различных миграционных процессов по цепи биогеоценоза попадают в организм человека

Внедрение математических методов с применением аналитических и интеграционных моделей в эколого-биологических системах позволяет решать достаточно серьезные проблемы загрязнения окружающей среды, а именно становится возможным рассчитать распространение загрязнений от предприятий и спланировать наилучшее место для размещения предприятий, соблюдая санитарные нормы в соответствии с действующими нормативными документами.

Как известно, распространение выбросов и последующее загрязнение окружающей среды обусловлено турбулентными пульсациями воздуха. Изменения направления ветра в течение года имеют большое значение в теории распространения контаминантов экосистемы. За определенное время массы воздуха, которые содержат примеси контаминантов различного рода, несколько раз за некоторый промежуток времени могут изменять направление и скорость. В математической статистике многолетние изменения принято описывать с помощью диаграммы, которая имеет название роза ветров. Такая информация используется в качестве исходной при планировании новых промышленных объектов.

Важное место в математической экологии занимают такие модели, в которых рассматриваются глобальные изменения в природе в результате различного характера климатических и космических воздействий или других причин факторного воздействия на целостную экосистему.

Таким образом, идя по пути аналогий можно вполне обоснованно утверждать, что весьма важную роль в биологических исследованиях играет применение различного рода и сложности математических моделей в изучении многоуровневых живых системах на этапе постановки эксперимента, создания гипотез и обоснования полученных достоверных результатов.

Список литературы:

- 1. Семенова Е.Е. Математические методы в экологии: учебник/ Е.Е. Семенова. - Петрозаводск.: Академия, 2005. – 192 с. –ISBN 5-946333-072-1.*
- 2. Сиделев С.И. Математические методы в биологии и экологии: учебник/ С.И. Сиделев.- Москва.: Сфера, 2012. – 140 с. –ISBN 0-03-076708-3.*