

УДК 517

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУЧНЫХ ИС- СЛЕДОВАНИЯХ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Сергеев К.М.<sup>1</sup>, студент гр. С-112, I курс, Колодкин Д.А.<sup>2</sup>, студент гр. С-113, I курс

Научный руководитель: Демьяненко Ю.И. ст. преп.

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет путей сообщений  
г. Новосибирск

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет путей сообщений  
г. Новосибирск

Цель проекта - целью проекта является демонстрация широкого спектра возможностей математики в естествознании и понимание важности математического подхода в современных исследованиях.

Проблема - проект решает проблему необходимости систематизации и анализа существующих математических моделей в естественных науках, а также определения перспектив их использования для решения актуальных задач.

Задачи проекта:

1. Изучение существующих математических моделей в физике, биологии и геологии.
2. Анализ влияния математических моделей на развитие естественных наук.
3. Выявление перспектив применения математических моделей в решении актуальных проблем в естествознании.

Математическое моделирование в физике:

Моделирование физических процессов берет начало в работах Ньютона, его моделирование заключалось в создании математических символов, отражающих отдельные стороны физических явлений. Например, это представление о материальной точке, математическом маятнике, абсолютно твердом теле, абсолютно черном теле и тому подобное.

Следующий этап в развитии моделирования в физике связан с классической теорией поля Максвелла, который соединил моделирование с проблемой наглядности. [3]

Основными составляющими математического моделирования являются:

1. Построение модели. На этом этапе определяется объект – явление природы, конструкция или процесс, а также выявляются их ключевые характеристики и взаимосвязи. Затем эти зависимости формулируются в математическом языке, что и приводит к созданию математической модели.
2. Решение математической задачи, к которой приводит модель. Решение может быть аналитическим (численным, выводится определенная формула) или численное (приближенное решение на компьютере).
3. Интерпретация полученных следствий из математической модели на язык, принятый в данной области.
4. Проверка адекватности модели. На этом этапе анализируется, насколько результаты эксперимента соответствуют теоретическим выводам модели в рамках ее применения.
5. Модификация модели. На данном этапе модель может либо усложняться для более точного отражения реальности, либо упрощаться для достижения практически приемлемого решения.

Математическое моделирование в биологии:

Математическое моделирование в биологии – это процесс создания абстрактных математических моделей, которые описывают и объясняют различные биологические явления и процессы. Эти модели используются для анализа и прогнозирования поведения и взаимодействия биологических систем, таких как организмы, популяции, экосистемы и биологические процессы.

Математическое моделирование в биологии позволяет ученым формализовать и структурировать знания о биологических системах, а также проверять гипотезы и предсказывать результаты экспериментов.

Математические модели в биологии могут быть представлены в виде уравнений, систем уравнений, графов, стохастических процессов и других математических структур.

Применение математического моделирования в биологии:

1. Рост и развитие организмов. Математические модели позволяют исследовать процессы роста и развития организмов, такие как размножение, дифференциация клеток, формирование органов и тканей. Это помогает понять, какие факторы влияют на эти процессы и как они могут быть регулированы.
2. Взаимодействие между популяциями. Математические модели позволяют изучать взаимодействие между популяциями организмов, такие как хищники и жертвы, конкуренция между видами,

симбиоз и многое другое. Это помогает понять, какие факторы влияют на динамику популяций и как они могут изменяться во времени.

3. Распространение болезней. Математические модели позволяют изучать распространение инфекционных болезней, таких как грипп, COVID-19 и другие. Они помогают предсказывать, как быстро болезнь может распространяться в популяции, какие факторы влияют на ее распространение и какие меры контроля могут быть эффективными.
4. Эволюционные процессы. Математические модели позволяют изучать эволюционные процессы, такие как естественный отбор, мутации, генетический дрейф и миграция. Они помогают понять, какие факторы влияют на эволюцию организмов и как они могут привести к изменению видов и адаптации к окружающей среде.
5. Динамика экосистем. Математические модели позволяют изучать динамику экосистем, такие как циклы питания, взаимодействие между видами, изменение климата и другие факторы, влияющие на биологическое разнообразие и устойчивость экосистем. Они помогают понять, какие процессы влияют на стабильность экосистем и какие меры могут быть приняты для их сохранения.

Основные методы математического моделирования в биологии:

1. Дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения являются одним из основных инструментов математического моделирования в биологии. Они позволяют описывать изменение величин во времени или пространстве. В биологии дифференциальные уравнения могут быть использованы для моделирования динамики популяций, распространения заболеваний, физиологических процессов и других биологических систем.
2. Разностные уравнения. Разностные уравнения используются для моделирования дискретных систем, где изменения происходят в дискретные моменты времени или пространства. Они могут быть применены для моделирования эволюции генетических систем, распространения информации в популяциях и других дискретных биологических процессов.
3. Системы дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений используются для моделирования взаимодействия нескольких переменных или компонентов в биологической системе. Они позволяют описывать сложные взаимодействия и динамику между различными компонентами системы. Примерами могут быть модели пищевых цепей, экологических сетей и генных регуляторных сетей.

4. Агентно-ориентированное моделирование. Агентно-ориентированное моделирование основано на моделировании поведения и взаимодействия индивидуальных агентов в системе. Каждый агент может иметь свои собственные правила и стратегии, и их взаимодействие может приводить к эмерджентным свойствам системы. Этот подход широко используется для моделирования социальных систем, поведения животных и других сложных биологических систем.
5. Статистическое моделирование. Статистическое моделирование используется для анализа данных и построения статистических моделей, которые могут описывать зависимости и взаимосвязи между различными переменными в биологической системе. Этот подход позволяет извлекать информацию из экспериментальных данных и делать статистические выводы о биологических процессах.

#### Математическое моделирование в геологии:

Необходимость применения моделей при описании природных объектов связана с тем, что геологические системы управляются одновременно многими факторами различной физической природы и не поддаются строгому количественному описанию. В отличие от закона, имеющего характер абсолютной истины, модель дает лишь приближенное представление об объекте, точнее, о тех его свойствах, для изучения которых осуществлялось моделирование. [1]

#### Последовательность создания геолого-математической модели:

1. Получение исходных данных об объекте или явлении путем измерения и определения его свойств.
2. Создание геологической модели объекта и формулировка геологической задачи.
3. Выражение поставленной задачи в математической форме. Создание математической модели. При этом может возникнуть необходимость в получении дополнительных данных или в уточнении геологических представлений об объекте.
4. Математические расчеты в соответствии с принятой моделью.
5. Проверка соответствия полученных результатов фактическим данным. Если геологических моделей было несколько (это обычный случай), можно оценить, какая из них лучше соответствует действительности

Влияние математических моделей на развитие естественных наук можно выделить следующие аспекты:

1. **Предсказание.** Математические модели позволяют ученым делать предсказания о поведении объектов и явлений в природе, что помогает прогнозировать различные сценарии и последствия.
2. **Объяснение.** Математические модели помогают ученым объяснять причинно-следственные связи между различными переменными и факторами, что способствует пониманию механизмов происходящих процессов.
3. **Обнаружение закономерностей.** Математические модели позволяют выявлять закономерности и законы, лежащие в основе изучаемых явлений, что способствует развитию теорий в различных областях естественных наук.
4. **Оптимизация.** Математические модели используются для оптимизации различных процессов и систем, что позволяет улучшить эффективность и экономичность работы в различных областях.
5. **Исследование:** Математические модели позволяют ученым проводить виртуальные эксперименты и исследования, что помогает сэкономить время и ресурсы, а также изучать явления, которые не доступны для прямого наблюдения.

Таким образом, математические модели играют важную роль в развитии естественных наук, предоставляя более глубокое и всестороннее понимание природы и способствуя прогрессу в научном знании. [2]

Применение математических моделей имеет большой потенциал для решения актуальных проблем в естествознании. Некоторые перспективы применения математических моделей в данной области:

1. **Климатология.** Математические модели используются для прогнозирования изменений климата и изучения влияния различных факторов на климатические процессы. Это позволяет предсказывать будущие изменения климата и разрабатывать стратегии адаптации и смягчения последствий.
2. **Экология.** Математические модели применяются для моделирования динамики популяций животных и растений, а также для изучения воздействия антропогенных факторов на экосистемы. Это позволяет разрабатывать программы охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия.
3. **Геология и геофизика.** Математические модели применяются для изучения процессов, происходящих внутри Земли, включая геологические структуры, сейсмическую активность, формирование горных пород и гидрогеологические процессы.

Таким образом, использование математических моделей может помочь исследователям создать более точные и эффективные подходы к решению актуальных задач в естественных науках и способствовать общему прогрессу науки.