1. Дайте определение модели. Какие виды моделей Вы знаете? Дайте определение математической модели.
2. Дайте определение детерминированной модели. Дайте определение стохастической модели.
3. Перечислите основные этапы математического моделирования..
4. Что такое прямые задачи математического моделирования? Приведите примеры.
5. Что такое обратные задачи математического моделирования? Приведите примеры.
6. В чем состоит принцип аналогий в математическом моделировании? Приведите примеры.
7. Приведите примеры, демонстрирующие универсальность математических моделей.
8. Что такое иерархия моделей. Приведите примеры.

На первой лекции Боголюбов ничего важного не говорит, просто рассказывает, как круто математическое моделирование.

1. Дайте определение модели. Какие виды моделей Вы знаете? Дайте определение математической модели.

И Боголюбов, и Тихонов дают определение не модели, а моделированию:

Математическое моделирование заключается в составлении для данного процесса некоторой модели, то есть системы уравнений, описывающей этот процесс.

Какие виды моделей мы знаем? Опять дам слово Тихонову:

I. Классификация моделей:

1. Функциональные модели: отдельные этапы процесса исследованы, описаны дифференциальными или интегральными уравнениями, таким образом, у нас есть представление о всех частях процесса, и требуется его проанализировать.
2. Модели типа черного ящика: нам известен отклик системы на известные входящие сигналы в широком диапазоне, но мы не знаем, что находится у нее внутри.

Также модели можно разделить на

1. Теоретические модели
2. Эвристические модели

2. Дайте определение детерминированной модели. Дайте определение стохастической модели.

Стохастическая модель – это модель с теорвером: что-то мы знаем не до конца, и у нас есть лишь вероятности.

Детерминированная модель – всё известно точно, без вероятностей.

3. Перечислите основные этапы математического моделирования.

У Тихонова всё кратко:

1. Формулировка модели.
2. Исследование математической задачи.
3. Поиск алгоритма решения (аналитического или численного).
4. Создание компьютерной программы.
5. Исследование результатов и сопоставление их с имеющимися данными.
6. Доработка модели.

У Боголюбова иначе:
1) Математическое обоснование модели
2) Качественное исследование модели
3) Её численное решение
4) Получение результатов
5) Использование результатов.

Давайте это подытожим, чтобы можно было запомнить. На самом деле основных шага три: (советую вспомнить, как вы работали с прогами в мае).
1) Строим модель «в буквах», получая дифур. Например, на ММФ вы вывели уравнение теплопроводности, которое вам предстоит запрогать.
2) Численное решение – как правило, на компуктере. Садитесь, и пишите код. Как правило, этот процесс сопровождается руганью по отношению к компилятору и речами в духе «почему моего варианта нет на ВВХ».
3) Получение результатов (красивых графиков), которые вы отправляете вашему преподу (если это Михаил Геннадьевич Токмачёв, то добавляется четвёртый шаг – доработка, пока он не примет ☺).

Эти три пункта – база. При желании сюда может вставить «качественную проверку численной модели», «сопоставление результатов моделирования с экспериментом» и т.д.

4. Что такое прямые задачи математического моделирования? Приведите примеры.

Прямая задача – это когда нам дана математическая модель, все параметры известны, и нам надо лишь всё по ней посчитать.
Пример: наши программы по ОММ☺ Всё дано, надо только прогу написать.

5. Что такое обратные задачи математического моделирования? Приведите примеры.

Обратные задачи делятся на два типа:
Задачи распознавания:
Теоретик: Мне хотелось бы узнать, какая масса хренона!
Экспериментатор: Напрямую её померить нельзя, но я замобашил эксперимент, где она участвует в качестве параметра!

Теоретик: Вот, а для этого эксперимента у меня есть модель, где масса участвует. Так что по твоим конечным данным я смогу ***распознать*** параметр (в данном случае массу).

Задача синтеза / задача математического проектирования:

Экспериментатор: Я тут принёс результаты эксперимента, где я…

Математик: Но у меня даже нет математической модели!

Экспериментатор: Так придумай (***синтезируй***) модель, которая опишет всё то, что я наэкспериментировал!

Причём здесь модель может иметь сколь угодно костылей, лишь бы её результаты согласовывались с экспериментом.

Примеры:

Примеры: *синтез диаграммы направленности антенны*: определение распределения токов, создающих заданную диаграмму направленности антенны; *синтез градиентных световодов*: определение профиля функции диэлектрической проницаемости, при котором световод обладает заданными характеристиками.

6. В чем состоит принцип аналогий в математическом моделировании? Приведите примеры.
7. Приведите примеры, демонстрирующие универсальность математических моделей.

Одну и ту же математическую модель можно применить для разных областей науки – всё будет аналогично. В этом и есть принцип аналогии.

Одно и то же уравнение гармонических колебаний $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ описывает колебания как и груза на пружинке, и (последующие три примера от Боголюбова) тока в LC-контуре, и колебания численности жертв и хищников в популяции, а также колебания зарплаты (чем она выше, тем больше рабочих хотят придти в компанию и наоборот).

8. Что такое иерархия моделей. Приведите примеры.

Иерархия моделей – это вот:

самая простая модель, понятная детсадовцу

чуть более точная модель

достаточно точная модель, но уже слоооооожная

очень точная модель с системой из 50 дифуров (удачи в её решении)

Боголюбов, кстати, так и не приводит пример иерархии моделей, вместо этого он решает задачу с ракетой. А вот что пишет Тихонов:

Примером такой задачи является прогноз влажности поля под сельскохозяйственной культурой. Все поле можно рассматривать как единое целое и записать для него соотношения баланса влаги. Можно разбить почву на слои и рассматривать баланс влаги в слоях, в таком случае мы получим модель, представляющую собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Также мы можем учитывать факторы, связанные с растениями и наблюдать, например, изменение интенсивности испарения жидкости с листьев в зависимости от внешней температуры, влажности, интенсивности солнечной радиации и т.д. Получаем очень широкий спектр моделей, в той или иной мере описывающих происходящее.

Боголюбов очень точно подмечает про борьбу математиков с физиками: физикам нужна модель сложная и точная, чтобы описывала эксперимент, а математикам бы попроще, чтобы дифуры решались.