

G.V. Morozova, S.A. Dvinskih, T.P. Devyatkova, O.V. Larchenko
THE APPROACH TO STUDYING CHANGE OF THE HYDROLOGICAL MODE AND
CONDITION ECOSYSTEMS OF WATER BASINS AS A RESULT OF DEVELOPMENT OF
DEPOSITS MIX OF SAND AND GRAVEL

On the basis of system methodology the approach to studying change of a hydrological mode and condition ecosystems of water basins as a result of development of deposits mix of sand and gravel is offered. The mechanism of formation of a hole of washout and landing of a level in tail-water of the Кама hydrounit is shown.

К е у в о р д с : Water basin, hydrological mode, deposits mix of sand and gravel, landing of a level

УДК 502.65

Д.Г. Сазонова

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В ГИДРОЛОГИИ

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: hydrology@psu.ru

Рассмотрены вопросы, связанные с возможностью применения методов математического моделирования в гидрологических исследованиях. Обосновывается системный подход к математическому моделированию.

К л ю ч е в ы е с л о в а : системный подход; математическое моделирование; водный объект.

Математическое моделирование является одним из основных методов в современной гидрологии. Оно неизмеримо расширяет возможности последней как в ее фундаментальных исследованиях, так и в области ее практических приложений. В то же время в научных исследованиях возрастает значимость системной методологии.

С развитием науки и техники объект исследований непрерывно усложняется, и поэтому исследования говорят о нем как о некоторой сложной системе, которая состоит из различных компонент, взаимосвязанных друг с другом. Следовательно, рассматривая системный подход как основу для построения больших систем и как базу создания методики их анализа и синтеза, прежде всего определим само понятие системного подхода как средства создания целостного представления о системе на основе законов диалектики.

Целостность можно представить как совокупность всех элементов, связей, свойств, выражающих специфику объекта (процесса, явления), т.е. это система, где каждый элемент выполняет свою определенную функцию [1].

Для охвата целостности необходимы и достаточны три составляющие (по Гегелю):

- 1 – тезис (основная, определяется исходя из проблемы);
- 2 – антитезис (вспомогательная, дает возможность функционировать основной);
- 3 – синтез (обеспечивающая взаимодействие первых двух).

Таким образом, системное изучение любого объекта (процесса) должно строиться на фундаментальной структурной схеме (табл. 1).

В свою очередь, сам системный подход можно попытаться представить как триадный (основное), дедуктивный (вспомогательное) и логичный (обеспечивающее).

Обозначив необходимые элементы системы, попытаемся представить основные понятия математического моделирования.

Моделирование (в широком смысле) является основным методом исследований во всех областях знаний и научно обоснованным методом оценок характеристик сложных систем, используемым для принятия решений в различных сферах инженерной деятельности. Существующие и проектируемые системы можно эффективно исследовать с помощью математических моделей (аналитических и имитационных), реализуемых на современных ПК, которые в этом случае выступают в качестве инструмента экспериментатора с моделью системы [3].

Таблица 1

Структурная схема системного подхода [1]

<i>СИСТЕМА</i>		
<i>Структура (объекта, процесса)</i>	<i>Функционирование (работа структуры)</i>	<i>Развитие (переход в другое качество)</i>
1 – элементы	1 – основное	1 – начальное состояние системы
2 – свойства	2 – вспомогательное	2 – идеальное состояние
3 – связи	3 – обеспечивающее	3 – реальное состояние

Под математическим моделированием понимается процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, на основе использования математической теории систем и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта.

М.А.Скворцовой [2] рассмотрены основные положения математического моделирования и классификации моделей по различным критериям.

Основные сферы использования метода математического моделирования в гидрологии:

- моделирование гидродинамических процессов в водоемах;
- моделирование речного стока;
- моделирование движения воды в русловой сети;
- моделирование круговорота веществ в водных экосистемах;
- моделирование русловых процессов;
- моделирование опасных гидрологических процессов;
- моделирование работы гидросооружений;
- гидрологические прогнозы;
- моделирование процессов самоочищения и вторичного загрязнения водоемов;
- экологическая экспертиза водохозяйственных проектов.

Можно выделить следующие цели моделирования:

- изучение объекта исследования;
- объяснение каких-либо его свойств, в т.ч. интегративных;
- прогнозирование изменений этих свойств, характера развития процессов и явлений.

В настоящее время методологической базой при математическом моделировании гидрологических процессов служат физика, гидродинамика, гидравлика и гидрофизика, собственно математика, в том числе математический анализ, теория вероятностей и статистика.

Однако возникает проблема соотнесения результатов математического моделирования системному представлению об объекте исследования.

Системный подход – метод научного исследования. Классический комплексный (или индуктивный) подход рассматривает систему путем перехода от частного к общему и синтезирует (конструирует) систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно. Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды.

Разработка модели М на базе классического подхода (рис. 1 а) означает суммирование отдельных компонент в единую модель, причем каждая из компонент решает свои собственные задачи и изолирована от других частей модели. Поэтому классический подход может быть использован для реализации сравнительно простых моделей, в которых возможно разделение и взаимно независимое рассмотрение отдельных сторон функционирования реального объекта. Можно отметить две отличительные стороны классического подхода: при движении от частного к общему создаваемая модель (система) образуется путем суммирования отдельных ее компонент без учета возникновения нового системного эффекта.

Системный подход позволяет решить проблему построения сложной системы с учетом всех факторов и возможностей, пропорциональных их значимости, на всех этапах исследования системы S и построения модели М. Системный подход означает, что каждая система S является

интегрированным целым даже тогда, когда она состоит из отдельных разобщенных подсистем. Таким образом, в основе системного подхода лежит рассмотрение системы как интегрированного целого, причем это рассмотрение при разработке начинается с главного – формулировки цели функционирования. Процесс синтеза модели М на базе системного подхода условно представлен на рис. 1 б [3].

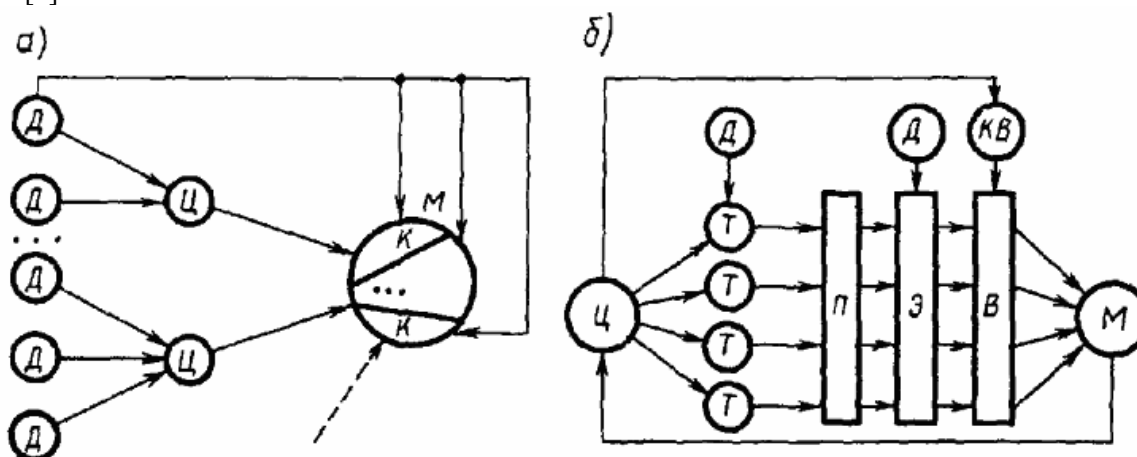


Рис. 1. Процесс синтеза модели на основе классического (а) и системного (б) подходов [3]

Однако такое представление о механизме действия системного подхода не позволяет определить – на самом общем уровне – принцип выделения частей для их последующего синтеза. Эту роль, по нашему мнению, способна выполнить системно-диалектическая методология.

Предлагаемая автором структурная схема изучения объекта с помощью математического моделирования содержится в табл. 2. Однако, как выяснилось в ходе изучения, и сам процесс построения математической модели требует системного рассмотрения, что отражает табл. 3.

Важно отметить, что основной составляющей системы в данном случае будет непосредственно само математическое моделирование, вспомогательным элементом при этом является структура и свойства объекта, а особенности функционирования позволяют обеспечить переход от реального объекта к его математической модели.

Таблица 2

Структурная схема изучения объекта с помощью математического моделирования

<i>I структура</i>	<i>II функционирование</i>	<i>III развитие</i>
1) Элементы: - объект изучения - цель изучения - методы изучения	1) Объект: - элементы - связи - целостность (интегративные свойства)	1) Состояние изученности объекта: - задается объект - основные особенности, связи - формулирование на языке математики
2) Свойства: - свойства объекта исследования - свойства среды - взаимодействие объекта со средой	2) Условия: - начальные - граничные	2) Составление математической модели: - поиск зависимостей - составление модели - модификация модели } см. табл.3
3) Связи: - функциональные - корреляционные - стохастические (вероятностные)	3) Зависимости: - гидрометеорологические - географические - математические	3) Результаты изучения с помощью ММ: - интерпретация результатов моделирования - проверка модели (сравнение результатов моделирования с данными опытов, расчетов) - выводы о результатах исследования

При системном подходе к моделированию систем необходимо, прежде всего, четко определить цель моделирования. Важным для системного подхода является определение структуры системы – совокупности связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие. В основе любого вида моделирования лежит некоторая модель, имеющая соответствие, базирующееся на некотором общем качестве, которое характеризует реальный объект. Объективно реальный объект обладает некоторой формальной структурой, поэтому для любой модели характерно наличие некоторой структуры, соответствующей формальной структуре реального объекта либо изучаемой стороне

этого объекта. Поскольку невозможно полностью смоделировать реально функционирующую систему, создается модель под поставленную проблему. Таким образом, применительно к вопросам моделирования цель возникает из требуемых задач моделирования, что позволяет подойти к выбору критерия и оценить, какие элементы войдут в создаваемую модель.

Таблица 3

Структурная схема рассмотрения процесса математического моделирования

<i>I структура</i>	<i>II функционирование</i>	<i>III развитие</i>
1) Элементы: - независимые переменные - зависимые переменные - зависимость $y=f(x)$	1) Результат моделирования: - изучение - объяснение - прогнозирование	1) Поиск зависимостей: - задается объект - состояние изученности - основные особенности, связи
2) Свойства: - универсальность - возможная простота - адекватность	2) Объект: - элементы - связи - целостность (интегративные свойства)	2) Составление модели: - формулирование на языке математики - решение уравнений - интерпретация результатов
3) Связи: - функциональные - корреляционные - стохастические (вероятностные)	3) Математические законы (или собственно модель) - детерминированные - стохастические - детерминированно-стохастические	3) Модификация модели: - проверка адекватности - усложнение - упрощение

Занимаясь дальнейшим изучением данного вопроса необходимо впоследствии рассмотреть следующие основные вопросы:

- обычно выделяемые типы моделей,
- принципы проектирования математических моделей в гидрологии,
- создание сложной моделирующей системы,
- детерминированные модели,
- основные законы моделирования и примеры их нарушения,
- стохастические модели,
- детерминированно-стохастическое моделирование,
- основные проблемы моделирования,
- альтернативные стратегии современного гидрологического моделирования,
- перспективы математического моделирования в гидрологии.

Возможность применения системной методологии к анализу процесса математического моделирования свидетельствует о том, что предварительно созданное системное представление об объекте исследования способно улучшить результативность математического моделирования.

Библиографический список

1. Девяткова Т.П. Сущность системной методологии и возможность ее применения в гидрологических, геоэкологических и природоохранных исследованиях // Современные географические исследования: сб. тр. ученых геогр. ф-та. Пермь, 2006. С. 49-71.
2. Скворцова М.А. Что такое математическое моделирование? М., 2000.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М., 2001.

D.G. Sazonova

THE SYSTEM APPROACH TO APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN THE HYDROLOGY

The questions connected with possibility of application of methods of mathematical modeling in hydrological researches are considered. The system approach to mathematical modeling is proved.

К е у w o r d s : the system approach; mathematical modeling.