

Имитационное моделирование и его применение в рамках проектирования гидроэлектростанций

Романов Александр Вадимович

аспирант НГТУ

Филиппова Тамара Арсентьевна

д.т.н., профессор НГТУ

Имитационное моделирование — это разработка и выполнение на компьютере программной системы, отражающей структуру и функционирование (поведение) моделируемого объекта или явления во времени. Такую программную систему называют имитационной моделью этого объекта или явления. Объекты и сущности имитационной модели представляют объекты и сущности реального мира, а связи структурных единиц объекта моделирования отражаются в интерфейсных связях соответствующих объектов модели [1, стр.24]. Таким образом, имитационная модель — это упрощенное подобие реальной системы, либо существующей, либо той, которую предполагается создать в будущем. Такие модели применяются на этапах разработки технического и рабочего проектов различных технических систем. При этом модели отдельных подсистем детализируются, и моделирование служит для решения конкретных задач проектирования, т.е. выбора оптимального (по определенному критерию и при заданных ограничениях) варианта из множества допустимых [2, стр.9].

К основным достоинствам имитационного моделирования относится возможность его применения в случаях, когда характер протекающих в системе процессов не позволяет описать эти процессы в аналитической форме. В литературе отмечается удобство применения имитационных моделей в случаях, когда необходимо наблюдать за поведением системы (или отдельных элементов системы) в течение определенного периода времени, в течение которого происходит изменение скорости протекания процессов. Возможность масштабирования шкалы времени (возможность, как замедления, так и ускорения течения процессов) является одним из основных преимуществ имитационных моделей [3, стр.17] и имеет большое значение при исследовании процесса выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях.

В тоже время отмечается сложность разработки имитационных моделей, которые требуют значительных затрат времени и сил. К недостаткам таких моделей также относят и то, что любая имитационная модель сложной системы менее объективна в сравнении с аналитической моделью.

Имитационные модели расчетов служат средством анализа поведения системы (оригинального объекта) в условиях, которые определяются экспериментатором. Другими словами, цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или другими словами — разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов. К имитационному моделированию прибегают, когда дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте, невозможно построить аналитическую модель, необходимо проанализировать поведение системы во времени.

При разработке имитационных моделей технических систем обычно выделяют следующие этапы: определение границ системы; разработка концептуальной схемы системы; подготовка исходных данных; разработка компьютерной программы; оценка адекватности; этап экспериментирования и оценка результата.

Непосредственно при проектировании и эксплуатации гидроэлектростанций имитационное

моделирование применяется для решения следующих задач:

1. При разработке технического проекта с заблаговременностью 5-25 лет.

Просчитывается имитационная модель развития и оптимизации энергетических систем. Учитывается строительство новых энергетических объектов, а также развитие промышленности, населенных пунктов и общего спроса на электроэнергию в регионе. При этом определяются потребители, электроэнергия к которым будет поступать от данной станции. Определяются мощность и удаленность отдельных потребителей. После чего, на основе этих данных, определяется оптимальное количество и классы напряжения РУВН.

2. При проектировании ГЭС с заблаговременностью 15 лет;

Проводятся имитационные расчеты водохозяйственной модели, которые позволяют решить большинство сложных водохозяйственных задач, среди которых:

- Определение зоны влияния водохранилища при создании напора. Расчет емкости форсировки;
- Оценка затопления при половодьях (паводках) различной обеспеченности;
- Обоснование водохозяйственных и водоохранных мероприятий, направленных на экономию водных ресурсов и регулирование качества воды;
- Обоснование инженерно-технических мероприятий и параметров гидротехнических сооружений;
- Прочие водохозяйственные задачи.

3. При разработке схемы электрических соединений;

Проводятся имитационные расчеты перетоков мощности. В рамках данных расчетов имитируется нагрузка на элементы электрической схемы при различных режимах работы станции с учетом возможных внештатных ситуаций. Заблаговременность составляет от 1-го года до нескольких лет. При этом решается вопрос об оптимальной схеме электрических соединений, определяются максимальные токи на различных участках схемы и выбираются измерительные приборы и устройства релейной защиты.

4. При расчете режимов ГЭС;

Производятся имитационные расчеты спроса на электроэнергию, а также расчеты сработки/заполнения водохранилища. Составляются суточный, недельный, месячный, сезонный и годовой графики нагрузок и роль ГЭС в покрытии этих нагрузок. Данные графики постоянно уточняются. Соответственно, заблаговременность составляет от 1-го дня до нескольких лет (для станций с многолетним регулированием). Решаются вопросы режимов работы станции, сработки/заполнения водохранилища, в периоды паводков решаются вопросы о холостых сбросах. При этом, помимо имитационных расчетов во внимание, конечно же, принимается и множество других факторов, как например требования водохозяйственных систем.

5. При планировании эксплуатационных режимов.

При планировании эксплуатационных режимов имитируется сработка/заполнение водохранилища на основе прогнозов Гидрометцентра (ГМЦ) с учетом основных положений правил использования водных ресурсов водохранилищ, инструкции по диспетчерскому управлению режимами работы ГЭС и других факторов. При планировании режимов ГЭС производятся следующие имитационные расчеты: расчет пропуска весеннего половодья на основе прогнозов ГМЦ и согласование схем пропуска половодья, разрабатываемых гидроэлектростанциями; месячное, недельное и суточное планирование режимов работы ГЭС; расчет суточного графика работы ГЭС, с учетом выполнения всех необходимых требований.

Список используемых источников:

1. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 400 с.
2. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для вузов — 3-е издание, перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.
3. Духанов, А. В., Медведева О.Н. Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 115 с.