

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

В статье исследуется нестационарное течение в неоднородной пористой среде, в объеме которой производится очистка воды. Математическая модель задачи состоит из системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процессы переноса количества движения, уравнения плотности насыщения, решаемых совместно. Для разработки программного приложения и для визуализации процесса авторы используют современные средства моделирования – язык *UML*.

Математическую модель строим, используя некоторые общепринятые в литературе термины и обозначения (М. Э. Аэров). Элементы зернистого слоя могут быть как правильной, так и неправильной формы. Основными принятыми в технике и технологии обобщенными характеристиками зернистого слоя являются пористость и удельная поверхность. Для экспериментального определения пористости слоя ε , состоящего из сплошных частиц, надо знать плотность ρ_m зерен твердой фазы и измерить насыпную плотность ρ_n слоя в целом. Тогда из очевидного равенства $\rho_n = (1 - \varepsilon)\rho_m$ получаем

$$\varepsilon = 1 - (\rho_n / \rho_m).$$

Отношение внешней поверхности A_s зерна к его объему

$$a_0 = A_s / V_s$$

называют удельной поверхностью зерен ($\text{м}^2/\text{м}^3$). Для зерен правильной формы расчет a_0 по известным их размерам не представляет затруднений. Для частиц неправильной формы, угловатых, разных размеров расчет по формуле и даже само определение этого понятия становится затруднительным. Многие задачи, связанные с процессами переноса в зернистом слое при расчете этих процессов в промышленных аппаратах и при обработке опытных данных, решаются численными методами. Улучшение качества воды и ее очистки является одной из важнейших отраслей науки и техники, направленной на повышение уровня жизни людей, благоустройство населенных пунктов, развитие промышленности и сельского хозяйства. Обычно под термином «очистка воды» или «водоочистка» подразумевают очистку сточных вод, а для процессов доведения условно чистой воды (из рек, озер и артезианских скважин) до требований, предъявляемых к употребляемой в хозяйственно-бытовых и промышленных целях воде, специалисты употребляют термин «водоподготовка».

В водоподготовке наиболее часто используются автоматические фильтры. По внешнему виду автоматические фильтры для очистки воды различного назначения похожи. Основное их отличие состоит в фильтрующей среде – зернистом материале, находящемся внутри корпуса.

Авторами исследуется нестационарное течение в неоднородной пористой среде, в объеме которой производится очистка воды.

Математическая модель задачи состоит из системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процессы переноса количества движения, теплопроводности, наряду с которыми решается уравнение процесса осветления при фильтровании суспензий

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial C}{\partial x} + b \frac{\partial C}{\partial t} = 0,$$

где C – концентрация; x – расстояние от поверхности загрузки; t – продолжительность процесса фильтрования; a , b – параметры фильтрования; уравнения

$$\text{плотности насыщения } \frac{\partial^2 \rho}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial \rho}{\partial x} + b \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0,$$

где ρ – плотность насыщения загрузки осадком, решаемых совместно.

При разработке программного приложения и для визуализации процесса используем современные технологии моделирования – язык *UML (Unified Modeling Language)*.

Этот язык предназначен для применения вместе с объектно-ориентированной методологией разработки приложений. Он поддерживается *CASE*-средствами, такими, как *Rational Rose* фирмы *Rational Software*, *Select Enterprise*, *Visual Modeler* фирмы *Microsoft*, *Tau 2* фирмы *Telelogic* и другими.

Язык *UML* универсален и применяется для создания моделей любых систем на любых этапах разработки. В моделях *UML* система представляется

в виде набора взаимосвязанных диаграмм, описывающих наиболее важные аспекты системы с точки зрения разработчика. Это дает возможность охватить взглядом систему во всей ее полноте, увидеть ее несовершенства, внести необходимые изменения там, где это необходимо, и избежать многих ошибок, которые станут заметными только после того, как программа уже написана, что значительно облегчит работу программиста на этапе кодирования и тестирования и позволит добиться огромного выигрыша в скорости разработки, ведь на отладку модулей и их совместимости будет расходоваться значительно меньше времени.

UML содержит следующие типы диаграмм:

Use case diagram (диаграммы прецедентов);

Deployment diagram (диаграммы топологии);

Statechart diagram (диаграммы состояний);

Activity diagram (диаграммы активности);

Interaction diagram (диаграммы взаимодействия);

Sequence diagram (диаграммы последовательностей действий);

Collaboration diagram (диаграммы сотрудничества);

Class diagram (диаграммы классов);

Component diagram (диаграммы компонент).

Диаграммы прецедентов (*Use case diagram*).

Этот вид диаграмм позволяет создать список операций, которые выполняет система. Часто этот вид диаграмм называют диаграммой функций, потому что на основе набора таких диаграмм создается список требований к системе и определяется множество выполняемых системой функций.

Каждая такая диаграмма или, как ее обычно называют, каждый *Use case* – это описание сценария поведения, которому следуют действующие лица (*Actors*). Данный тип диаграммы помогает аналитику/дизайнеру увидеть систему такой, какой ее воспринимает пользователь системы.

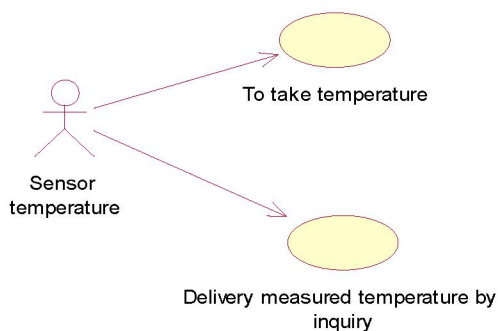


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Диаграммы развертывания (*Deployment diagram*). Этот вид диаграмм предназначен для анализа аппаратной части системы, т. е. «железа», а не программ. Для каждой модели создается только одна такая диаграмма, отображающая процессоры (*Processor*), устройства (*Device*) и их соединения. Диаграмма развертывания позволяет представить систему с точки зрения окружения, т. е. распределение физических элементов системы.

Диаграммы состояний (*State Machine diagram*). Каждый объект системы, обладающий определенным поведением, может находиться в определенных состояниях, переходить из состояния в состояние, совершая определенные действия в процессе реализации сценария поведения объекта. Поведение большинства объектов реальных систем можно представить с точки зрения теории конечных автоматов, т. е. поведение объекта отражается в его состояниях, и данный тип диаграмм позволяет отразить это графически. Для этого используется два вида диаграмм: *Statechart diagram* (диаграмма состояний) и *Activity diagram* (диаграмма активности).

Statechart diagram (диаграмма состояний) предназначена для отображения состояний объектов системы, имеющих сложную модель поведения.

Activity diagram (диаграммы активности). Это дальнейшее развитие диаграммы состояний. Фактически данный тип диаграмм может использоваться и для отражения состояний моделируемого объекта, однако основное назначение *Activity diagram* в том, чтобы отражать бизнес-процессы объекта. Этот тип диаграмм позволяет показать не только последовательность процессов, но и ветвление и даже синхронизацию процессов.

Диаграммы взаимодействия (*Interaction diagram*). Этот тип диаграмм включает в себя диаграммы *Sequence diagram* (диаграммы последовательностей действий) и *Collaboration diagram* (диаграммы сотрудничества). Они позволяют с разных точек зрения рассмотреть взаимодействие объектов в создаваемой системе.

Диаграммы последовательностей действий (*Sequence diagram*). Взаимодействие объектов в системе происходит посредством приема и передачи сообщений объектами-клиентами и обработки этих сообщений объектами-серверами. При этом в разных ситуациях одни и те же объекты могут выступать и в качестве клиентов, и в качестве серверов.

Данный тип диаграмм позволяет отразить последовательность передачи сообщений между объектами.

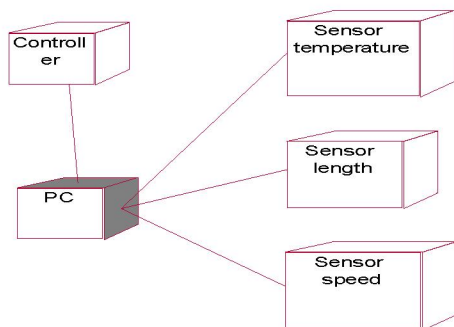


Рис. 2. Диаграмма компонентов

Он не акцентирует внимание на конкретном взаимодействии, главное внимание уделяется последовательности приема/передачи сообщений. Для того чтобы окинуть взглядом все взаимосвязи объектов, служит *Collaboration diagram*.

Диаграммы сотрудничества (*Collaboration diagram*). Этот тип диаграмм позволяет описать взаимодействия объектов, абстрагируясь от последовательности передачи сообщений. На этом типе диаграмм в компактном виде отражаются все принимаемые и передаваемые сообщения конкретного объекта и типы этих сообщений.

По причине того, что диаграммы *Sequence* и *Collaboration* являются разными взглядами на одни и те же процессы, *Rational Rose* позволяет создавать из *Sequence* диаграммы диаграмму *Collaboration* и наоборот, а также проводит автоматическую синхронизацию этих диаграмм.

Диаграммы классов (*Class diagram*). Они позволяют создавать логическое представление системы, на основе которого создается исходный код описанных классов. Значки диаграммы позволяют отображать сложную иерархию систем, взаимосвязи классов (*Classes*) и интерфейсов (*Interfaces*).

Диаграммы компонентов (*Component diagram*). Они предназначены для распределения классов и объектов по компонентам при физическом проек-

тировании системы. Часто данный тип диаграмм называют диаграммами модулей.

При проектировании больших систем может оказаться, что система должна быть разложена на несколько сотен или даже тысяч компонентов, и этот тип диаграмм позволяет не потеряться в обилии модулей и их связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Азров М.Э., Тодес О.М.* Аппараты со стационарным зернистым слоем. Л.: Химия, 1979.
2. *Журба М.Г.* Очистка воды на зернистых фильтрах. Львов, 1980.
3. *Гришин А.С., Орехов Н.А., Новиков В.Н.* Математическое моделирование в экологии. М.: Юнити, 2003.
4. *Марчук Г.И.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982.
5. *Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастаньский А.А.* Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. М.: Высшая школа, 1984.
6. *Терри Кватрани.* Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование. М., 2001.

Резюме

Мақалада су тазалайтын көлемі бар біртекті емес кеуектілік ортада стационар емес ағыс зерттеледі. Есептің математикалық моделі қозғалыс шамасының тасымалдау процестерін сипаттайтын және қанығу тығыздығының тендеуімен қоса шығарылатын дербес туындылы дифференциалдық тендеулер жүйесінен тұрады. Программдық қосымшаны өңдеп, процессті визуализациялау үшін авторлар қазіргі модельдеу құралдарын – UML тілін қолданады.

Summary

In the article the non-stationary current in non-uniform porous environment is investigated, in which volume the clearing of water is made. The mathematical model of a task consists of system of the differential equations in private derivative, describing processes of carry of quantity of movement, equation of density of saturation soluble in common. For development of the program application and for visualization of process the authors use modern means of modeling – language UML.

КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы

Поступила 03.01.06 г.