

# Сертификация системы моделирования движения жидкости и газа FlowVision

А.А.Аксенов, В.В.Шмелёв, М.Л.Смирнова, В.В.Банкрутенко, И.В.Нетронин, А.В.Будников, С.А.Рогожкин

Компания ТЕСИС и испытательный центр программных средств ФГУП «ОКБМ» провели сертификацию программного комплекса FlowVision в системе Гостандарта России. В результате российским органом по сертификации средств информатизации, приборостроения, медицинской техники и электрооборудования при ВНИИИНАШ был выдан сертификат соответствия Госстандарта России N РОСС RU.МЕ20.Н01223. Данный сертификат подтверждает, что FlowVision соответствует требованиям нормативных документов и российских стандартов, аналогичных соответствующим международным стандартам качества серии ISO 9000.



Сертификат соответствия FlowVision

## Назначение FlowVision

Программный комплекс FlowVision разработан на основе последних достижений Российской академии наук коллективом российских ученых и специалистов в области механики сплошной среды в тесном сотрудничестве с ведущими научно-исследовательскими и промышленными предприятиями России. Се-

годня FlowVision является единственным отечественным коммерческим пакетом по вычислительной аэро- и гидродинамике, который успешно конкурирует на российском рынке с аналогичными пакетами зарубежного производства, такими как Star-CD, Fluent, ANSYS CFX.

FlowVision предназначен для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах, а также для визуализации этих течений методами компьютерной графики. Моделируемые течения включают стационарные и нестационарные, сжимаемые, слабосжимаемые и несжимаемые потоки жидкости и газа. Использование различных моделей турбулентности и адаптивной расчетной сетки позволяет моделировать сложные движения жидкости, включая течения с сильной закруткой, с горением, со свободной поверхностью.

## Краткие технические характеристики программного комплекса FlowVision

Интерфейс пользователя:

- MS Windows.
- Процессор:
  - импорт геометрии, созданной в различных системах автоматизированного проектирования и сохраненной в форматах VRML, STL, ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, MESH;
  - интерактивное задание граничных условий на поверхностях.
- Расчетная сетка:
  - автоматическая генерация сетки;
  - прямоугольная сетка с подсеточным разрешением геометрии;
  - локальное измельчение сетки;
  - адаптация сетки вдоль границы

<b>А.А.Аксенов</b>	<b>В.В.Банкрутенко</b>
Начальник отдела вычислительной гидродинамики компании ТЕСИС, канд. физ.-мат.наук.	Руководитель испытательного центра программных средств ФГУП «ОКБМ».
<b>В.В.Шмелёв</b>	<b>И.В.Нетронин</b>
Руководитель центра технической поддержки программных продуктов компании ТЕСИС.	Заместитель руководителя испытательного центра программных средств ФГУП «ОКБМ».
<b>М.Л.Смирнова</b>	<b>А.В.Будников</b>
Специалист центра технической поддержки программных продуктов компании ТЕСИС.	Менеджер по системам анализа ФГУП «ОКБМ».
	<b>С.А.Рогожкин</b>
	Начальник бюро ФГУП «ОКБМ».

- расчетной области и по решению.
- Возможности моделирования:
- трехмерные стационарные и нестационарные сжимаемые/слабосжимаемые/несжимаемые потоки жидкости и газа;
  - ламинарные и турбулентные течения;
  - $k$  — подобные модели турбулентности;
  - перенос скалярных величин и их флуктуаций;
  - свободные поверхности;
  - горение предварительно перемешанных и неперемешанных газовых смесей;
  - сопряженный теплообмен;
  - сопряженное моделирование движения жидкости с различными математическими моделями в разных областях;
  - граничные условия на стенке:
    - проскальзывание и прилипание,
    - степенной и логарифмический законы для турбулентных пристеночных течений,
    - адиабатические, изотермические, тепловой поток, теплообмен, сопряженный теплообмен;
  - граничные условия, зависящие от времени;

- периодические и сопряженные граничные условия,
- скользящая сетка.
- Метод решения:
  - конечно-объемный метод;
  - явный и неявный алгоритмы;
  - неявный алгоритм расщепления для решения уравнения Навье-Стокса;
  - схема расчета уравнений переноса повышенной точности;
  - решение систем линейных алгебраических уравнений методами:
    - сопряженного градиента с использованием неполного разложения Холесского,
    - модифицированный метод поточечной верхней релаксации.
  - Постпроцессор:
    - векторы на плоскости и поверхности;
    - изолинии или тоновая заливка на плоскости и поверхности;
    - отрезающие и полупрозрачные поверхности;
    - анимация движения маркеров;
    - интегрирование параметров течения жидкости по сечению и по поверхности;
    - локальные характеристики.
  - Графика:
    - основана на OpenGL.



Платформа:

- Intel/AMD;
- Windows 98/Me/NT/2000/XP.

## Методы и алгоритмы решения

### Аппроксимация уравнений

Математическая модель движения жидкости (газа) представляет собой совокупность уравнений конвективно-диффузионного переноса. FlowVision использует метод конечных объемов для численного решения управляющих уравнений. В этом методе управляющие уравнения интегрируются по объему каждой ячейки расчетной сетки и по отрезку времени (шаг времени).

В FlowVision используется несколько схем аппроксимации конвективного потока, которые основаны на восстановлении рассчитываемой переменной из ее средних значений внутри ячейки расчетной сетки и переноса восстановленной функции по линиям тока жидкости (характеристикам поля скорости). Используются следующие методы восстановления рассчитываемой переменной внутри расчетной ячейки:

- средние величины в расчетных ячейках;
- восстановление первого порядка (Upwind scheme);
- гладкое восстановление высокого порядка (Smooth reconstruction);
- ступенчатое восстановление высокого порядка (Sharp reconstruction).

Способ восстановления Upwind scheme соответствует известной схеме против потока, имеющей первый порядок точности по пространственной переменной. Расчет течения с использованием этой схемы для аппроксимации конвективного члена дает грубое решение, имеющее большую схемную диссипацию, и приводит к искусственному уменьшению его градиентов (размазыванию). Расчет с помощью данной схемы имеет максимальную скорость сходимости решения к стационарному состоянию (если оно есть), а итерация по времени выполняется быстрее. Эта схема используется либо при расчетах таких вариантов, на

которых схемы высокого порядка точности неустойчивы, либо при расчетах стационарных вариантов в начальные моменты времени в целях получения первого приближения решения с последующим расчетом схемами высокого порядка точности.

Способ Smooth reconstruction формально соответствует схеме второго порядка по времени и по пространству, однако, как показали исследования (Aksenov A.A., Dyadkin A.A., Gudovsky A.V., Numerical Simulation of Car Tire Aquaplaning. Computational Fluid Dynamics '96, John Wiley&Sons, 1996, pp. 815-820), эта схема имеет точность схем повышенного порядка точности. Поэтому ее рекомендуется использовать для расчета всех уравнений конвективного переноса.

Sharp reconstruction соответствует схеме для расчета переноса ступенчатой функции, принимающей только два значения («минимальное» и «максимальное») во всей области расчета. Пример — перенос функции VOF, принимающей значения 0 (газ) и 1 (жидкость), которая применяется в FlowVision для отслеживания границ раздела между жидкостью и газом.

Точность численного решения уравнения конвективного переноса в значительной степени зависит от ориентации потока жидкости относительно расчетной сетки. Наиболее сильно схемные искажения решения проявляются при диагональном (скошенном) потоке жидкости относительно ячеек сетки. Чтобы повысить точность расчета при диагональном потоке жидкости, в FlowVision применяется скошенная расчетная схема, которая используется для моделирования закрученных течений.

### Явный и неявный методы расчета

Интегрирование управляющих уравнений производится с шагом по времени, значение которого определяется исходя из условий устойчивости вычислительного алгоритма. В FlowVision имеется возможность расчета этого уравнения явным и неявным алгоритмами. В явном алгоритме только конвективный член уравнения переноса записывается в явном виде, а все остальные члены вычисляются неявно. Шаг по време-

ни в этом алгоритме ограничен условием Куранта-Фридрихса-Леви. Для решения уравнения конвективного переноса неявным алгоритмом используется метод коррекции ошибки. Неявный алгоритм не имеет ограничений на величину шага по времени, и этот шаг задается либо постоянным, либо через неявное число Куранта-Фридрихса-Леви.

### Состав программных компонентов FlowVision

Программные компоненты — математические модели программного комплекса FlowVision — разделены на три группы: базовые и специальные модели и дополнительные модули.

**Базовые модели** предназначены для моделирования широкого класса гидродинамических явлений и описывают движение однородной жидкости при различных скоростях с учетом эффектов сжимаемости, турбулентности и теплопереноса:

- *Solid Model (твердый материал)* — применяется для моделирования теплопереноса и диффузионных процессов в твердом теле. Эта модель используется в задачах сопряженного теплообмена для учета теплопереноса между жидкостью и твердым телом;
- *Laminar Fluid Model (ламинарная жидкость)* — используется для моделирования течений вязкого газа (жидкости) при малых и умеренных числах Рейнольдса при небольших изменениях плотности (приближение Буссинеска);
- *k-ε Turbulent Model (k-ε-модель турбулентности)* — для моделирования течения газа (жидкости) при больших (турбулентных) числах Рейнольдса и при малых изменениях плотности;
- *Weak Compressible Fluid Model (слабосжимаемая жидкость)* — описывает стационарное движение газа при дозвуковых числах Маха и любых изменениях плотности;
- *Full Compressible Fluid Model (полностью сжимаемая жидкость)* — описывает стационарное и нестационарное движение газа при любых числах

Маха (до-, транс-, сверх- и гиперзвуковые течения).

**Специальные модели** предназначены для моделирования движения жидкости (газа) при учете дополнительных физико-химических эффектов, характерных для узкоспециальных приложений:

- *Free Surface Model (свободная поверхность)* — применяется для исследования двухфазных течений со свободной поверхностью. Данные модели используются для определения коэффициентов сопротивления кораблей и подводных аппаратов, заполнения форм расплавом металла и т.д.;
- *Air Combustion Model (модель горения)* — используется для моделирования процессов сжигания газового топлива при дозвуковых числах Маха;
- *Combustion dispersion fuel Model (модель горения дисперсного топлива)* — применяется для моделирования газотермодинамических характеристик горелок, работающих на пульверизованном угле, сланцах и целлюлозосодержащей биомассе.

**Дополнительные модули:**

- *Sliding Mesh (моделирование вращающихся тел)* — используется для моделирования движения вращающихся тел (колесо компрессора, винт и т.д.);
- *Radiation (моделирование радиационного переноса)* — служит для моделирования процессов теплового излучения и поглощения газов;
- *Moving bodies (Моделирование движения твердого тела)* — применяется для моделирования динамики движения твердых тел, в том числе под действием внешних сил гидродинамической природы;
- *Moving particles (моделирование движения частиц)* — используется для моделирования двухфазных течений с примесью в виде частиц.

### Процесс сертификации. Испытательный центр программных средств ФГУП «ОКБМ»

Испытательный центр программных средств Федерального государственного унитарного предпри-

ятия «опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И.Африкантова» Федерального агентства по атомной энергии РФ действует на российском рынке услуг по сертификации и испытаниям продукции с 1993 года. ОКБМ организован в соответствии с приказами министра РФ по атомной энергии об организации сертификации продукции атомной энергетики и промышленности (1992 г.) и одним из первых в России аккредитован Госстандартом РФ в «Системе сертификации ГОСТ Р». Центр обладает высокопрофессиональным составом сотрудников, среди которых два кандидата технических наук. Последний раз испытательный центр прошел перераккредитацию в конце 2005 года и получил аттестат Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ № РОСС.RU.0001.22СП24, который был зарегистрирован в Государственном реестре «Системы сертификации ГОСТ Р» 31 октября 2005 года.

Состав и структура испытательного центра программных средств (ИЦ ПС) определены в положении об испытательном центре. Испытательный центр программных средств ФГУП «ОКБМ» предоставляет следующие услуги, связанные с определением качества программных средств (ПС):

- проведение экспертизы программной документации (с целью оценки ее качества);
- проведение экспертизы программных средств, включающей оценку качества ПС и экспертизу ПС на соответствие его заявленным свойствам (функциям).

При положительных результатах экспертизы на программное средство выдается сертификат соответствия, установленный Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии РФ, с регистрацией его в Государственном реестре «Системы сертификации ГОСТ Р» при Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии РФ. Сертификат является документом, гарантирующим защиту потребителя от приобретения некачественного продукта.

ИЦ ПС ФГУП «ОКБМ» проводит испытания и определяет характеристики (параметры) в следующих областях:

- испытания исходных текстов продукции на соответствие показателям качества — комплектность, достаточность, качество разработки документов (полнота, наглядность, доступность, легкость освоения, структурность, полиграфическое оформление);
- испытания исполняемых модулей на качество — показатели качества программного средства: надежность (устойчивость, работоспособность); удобство применения (легкость освоения, удобство эксплуатации); эффективность (ресурсоемкость, функции защиты); универсальность (мобильность, модифицируемость); сопровождаемость (модульность, компактность, простота); корректность (полнота реализации, согласованность, прослеживаемость);
- испытания исполняемых модулей программного средства на комплектность, на условия ге-

нерации и использования, на соответствие фактических технико-экономических показателей требуемым, на соответствие заявленным свойств — полнота (достаточность), простота, тестируемость;

- испытания объектных модулей программного средства на компактность, полноту, восстановимость, условия применения. Комплектность, полнота, простота;
- испытания идентифицирующих файлов по сертифицируемым разработкам на идентичность копий ПС сертифицируемым образцам — комплектность, полнота, простота.

Услугами ИЦ ПС ФГУП «ОКБМ» уже воспользовались НИИИС им. Ю.Е. Седакова, ООО «ТЕСИС», ЗАО «Кустовой вычислительный центр», ФГУП ЦКБМ, НТЦ «Энергонасос-ЦКБМ», НИИ механики ННГУ им. Н.И.Лобачевского, ЗАО «Нижегородская энергетическая компания», ООО «Грумант» (МИФИ, Москва) и др.

### Организационно-нормативная документация и цель сертификационных испытаний программного комплекса FlowVision

Сертификация «Системы моделирования движения жидкости и газа FlowVision» (версия 2.2.1) проводилась в соответствии с заявкой ООО «Тесис» от 29 января 2005 года. Для проведения сертификационных испытаний 30 ноября прошлого года в ИЦ ПС ФГУП «ОКБМ» были представлены программный комплекс и документация на него (технические условия и руководство пользователя). Сертификационные испытания проводились в испытательном зале на оборудовании ИЦ ПС ФГУП «ОКБМ» в период с 30 ноября по 2 декабря. Целью проведенных испытаний являлась оценка соответствия параметров программного комплекса «Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision» («FlowVision») требованиям следующих государственных стандартов:

- ГОСТ 28195-89 (табл. 1, п. 1, 3, 5). Общие положения по оцен-

ке качества программных средств вычислительной техники, номенклатура и применяемость показателей качества программных средств;

- ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93 (п. 7.2.2). Руководство по документированию программного обеспечения. Руководство предназначено для применения ко всем типам программного обеспечения — от простейших программ до наиболее сложного программного набора или системы программного обеспечения;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 (прил. А, п. А.2.1.4, А.2.2, А.2.3, А.2.6). Набор характеристик, которые с минимальным дублированием описывают качество программного обеспечения. Данные характеристики образуют основу для дальнейшего уточнения и описания качества программного обеспечения.
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. Требования к пакетам программ (требования к их качеству) и инструкции по испытанию пакета программ на соответствие его установленным требованиям (инструкции по тестированию, в частности по тестированию третьей стороной) на соответствие заявленным свойствам в документе ТУ 0595-ТУ/2005 «Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision. Технические условия» в п. 3.1.3, 3.1.7.

### Проверка функциональных характеристик программного комплекса FlowVision

Основная задача, стоявшая перед экспертами, заключалась в проверке программного комплекса FlowVision на соответствие свойствам, заявленным в документе ТУ 0595-ТУ/2005 «Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision». Заявленные в ТУ характеристики можно отнести к трем компонентам ПК FlowVision — препроцессор; модели и модули; постпроцессор.

Для сертификационных испытаний перечисленных компонентов все заявленные в ТУ характери-



Аттестат аккредитации ФГУП «ОКБМ»

Результаты тестирования комплекса FlowVision

Наименование проверяемого явления	Наименование теста															
	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5	Пример 6	Пример 7	Пример 8	Пример 9	Пример 10	Пример 11	Пример 12	Пример 13	Пример 14	Пример 15	Пример 16
Windows NT/2000/XP	+	+	+	+	+	+	+									
Импорт геометрии, из форматов VRML, STL, ANSYS, ABAQUS, NASTRAN, MESH	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Трехмерные стационарные и нестационарные сжимаемые/слабосжимаемые/несжимаемые потоки жидкости	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+				
Ламинарные и турбулентные потоки	+	+	+	+	+	+	+								+	
Свободные поверхности									+							
Многофазное течение									+							
Горение предварительно перемешанных и неперемешанных газовых смесей											+		+			
Сопряженный теплообмен									+							
Излучение																+
Сопряженное моделирование движения жидкости с различными математическими моделями в различных областях												+		+		
Скользкая сетка										+						
Явный и неявный методы															+	
Векторы на плоскости и поверхности	+															
Изолинии или тоновая заливка на плоскости и поверхности	+															
Локальные характеристики						+										
Отрезающие и полупрозрачные поверхности	+															
Анимация движения маркеров						+										
Интегрирование параметров течения жидкости по сечению и по поверхности	+													+		
Экспорт результатов расчета на конечно-элементные сетки																+

*Примечания:* По вертикали матрицы перечислены проверяемые характеристики (явления) комплекса, а по горизонтали — тестовые примеры, подтверждающие заявленные характеристики:

- Пример 1. Ламинарное течение несжимаемой вязкой жидкости в трубе;
- Пример 2. Турбулентное течение в прямой гладкой трубе;
- Пример 3. Турбулентное течение в прямой трубе с равномерно-зернистой шероховатостью;
- Пример 4. Турбулентное течение в гладких трубах с плавным поворотом;
- Пример 5. Турбулентное течение в круглой гладкой трубе со сферическим клапаном;
- Пример 6. Обтекание крылового профиля NASA 0012;
- Пример 7. Обтекание прямого уступа и клина для сверхзвукового режима течения;

- Пример 8. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании пластины;
- Пример 9. Свободная поверхность — обрушение плотины;
- Пример 10. Скользящие сетки и турбомашин;
- Пример 11. Горение — отрыв пламени на цилиндре;
- Пример 12. Частицы — испарение капель в потоке горячего воздуха;
- Пример 13. Горение частиц — горение жидкого дисперсного топлива;
- Пример 14. Подвижные тела — стационарное падение сферы, ламинарное течение;
- Пример 15. Импорт геометрии из файлов конечно-элементных сеток и экспорт результатов расчета;
- Пример 16. Излучение — нестационарное охлаждение горячего газа.

ки программного комплекса были сведены в таблицу, которая представляет полный перечень функциональных характеристик FlowVision. На основе этой таблицы была разработана матрица сертификации, в которой функциональные характеристики программного комплекса были интегрированы в набор проверяемых явлений.

Отметим, что все желающие могут ознакомиться с описанием тестовых примеров в офисе компании ТЕСИС или на сайте: [www.flowvision.ru](http://www.flowvision.ru). Оценка проверяемых характеристик и потребительских свойств, заявленных в ТУ, производилась экспертами посредством проверки выполне-

ния тестовых задач в соответствии с разработанной программой и методикой испытаний. Достоверность результатов выполненных тестовых задач подтверждалась совпадением их либо с известным аналитическим решением, либо с результатами натурных экспериментов, либо с результатами, полученными с помощью других пакетов прикладным программ, достоверность которых подтверждается многолетней практикой их использования. Оценка результатов тестирования раздела «Препроцессор» проводилась по результатам тестирования соответствующих примеров раздела «Модели и модули».

Оценка результатов тестирования раздела «Постпроцессор» определялась в зависимости от удобства и наглядности примененного способа визуализации.

### Пример 10. Скользящие сетки и турбомашин

Для иллюстрации степени подробности и глубины сертификационных испытаний приведем описание одной из тестовых задач. Проверка выполнена на задаче расчета проточной части насоса, где рассматривается насос с частотой вращения  $n = 1474$  об/мин и диаметром рабочего колеса  $D = 235$  мм. Расчетная геомет-

рия насоса (рис. 1) состоит из трех подобластей — подвода, рабочего колеса и отвода.

Для подобласти рабочего колеса задано вращение. Расчеты расходно-напорной характеристики насоса с использованием FlowVision проведены в целях проверки выполнения условий подобия (при изменении числа оборотов или подрезке колеса) и для сравнения результатов моделирования с экспериментальной напорной характеристикой.

### Выполнение условий подобия

На рис. 2 приведено сравнение результатов моделирования со



Рис. 1. Расчетная геометрия насоса

значениями, полученными по формулам подбора явлений в насосах (А.А.Ломакин Центробежные и осевые насосы):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2,$$

где  $Q$  — подача насоса,  $H$  — напор,  $n$  — частота вращения.

### Уменьшение диаметра рабочего колеса (подрезка колеса)

На рис. 3 приведено сравнение результатов моделирования со значениями напора,

$$H_a = H_c \cdot \left(\frac{Q_a}{Q_c}\right)^2,$$

полученными по формулам при подрезке колеса (А.И. Степанов

«Центробежные и осевые насосы»):

- напор в интересующей точке, при  $Q_a$ , где:  $Q_a$  — подача в интересующей точке,

$$Q_c = \frac{Q_a}{K}$$

- подача на известной характеристике,

$$K = \frac{D'}{D}$$

- отношение диаметров рабочего колеса после и до подрезки,  $H_c$  — напор в точке  $Q_c$ ;

### Сравнение с экспериментальными данными

На рис. 4 представлено сравнение с экспериментальными данными полученными

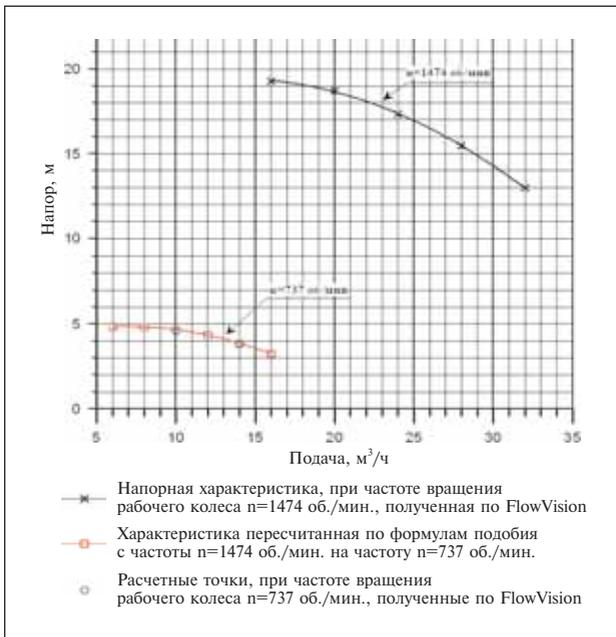


Рис. 2. Расходно-напорные характеристики насоса

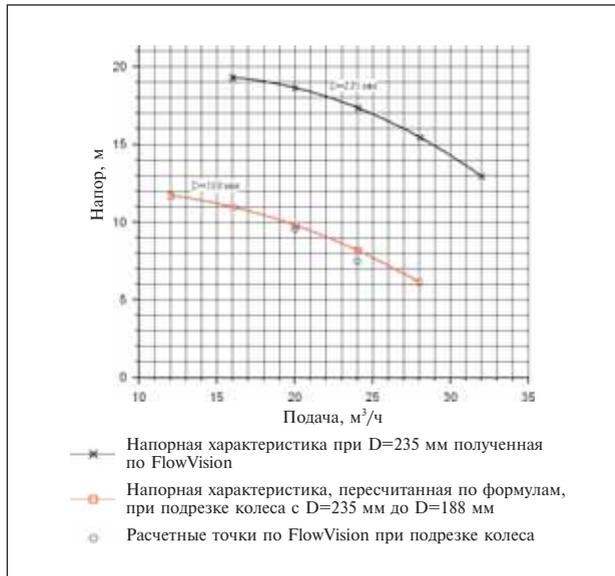


Рис. 3. Сравнение с теоретическими данными

### Результаты сертификации программного комплекса FlowVision

В ходе сертификационных испытаний экспертами были подтверждены характеристики, заявленные в ТУ, а также были уточнены следующие функциональные свойства программного комплекса:

- импорт геометрии в форматах VDAFS, DEFORM и IGES возможен только с использованием исполняемого модуля Flow3D Vision, входящего в состав программного комплекса FlowVision;
- модуль Radiation (Моделирование радиационного переноса) предназначен для моделирования процессов теплового излучения и поглощения газов;

- программный комплекс FlowVision, наряду с импортом геометрии из конечно-элементных программ, позволяет экспортировать результаты расчета на конечно-элементные сетки ABAQUS (версия 6.5-4), ANSYS (версия 7.1), NASTRAN (версия V.2002), что существенно расширяет возможности программы.

Указанные возможности и уточнения функциональных характеристик были согласованы со специалистами компании «ТЕСИС», что нашло отражение в корректировке как ТУ, так и документации на программный комплекс. Для сертификационного тестирования возможности экспорта результатов расчета на конечно-элементные сетки непосредственно в ходе проведения рабо-

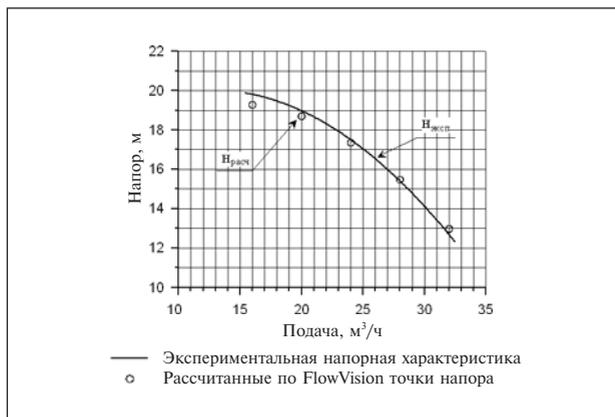


Рис. 4. Сравнение с экспериментальными данными



ты компания «ТЕСИС» модернизировала тестовый пример 15. Итоги проведенных сертификационных испытаний отражены в протоколе № 2 от 05.12.2005.

Результаты испытаний обработаны с помощью АРМ эксперта по оценке качества программных средств, разработанного в ИЦ ПС ФГУП «ОКБМ» и представлены в виде отчета в приложении 1 к данному протоколу. В приложениях 2-17 к протоколу приведены результаты выполнения тестовых примеров, подтверждающие заявленные свойства испытуемого программного средства.

### Заключение

В ходе проведенной работы было установлено (протокол № 2 от 05.12.2005) соответствие FlowVision следующим нормативным документам:

- ГОСТ 28195-86 «Оценка качества программных средств. Общие положения»;
  - ГОСТ Р ИСО/МЭК 9294-93 «Информационная технология. Руководство по управлению документированием программного обеспечения»;
  - ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 «Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению»;
  - ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 «Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование»;
  - ТУ 0595-ТУ/2005 «Система моделирования жидкости и газа FlowVision. Технические условия».
- Все вышеуказанные стандарты соответствуют международным стандартам качества серии ISO 9000.

