ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 57700.5— 2017**

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

## Термины и определения в области механики течений в пористых средах

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Т-Платформы» (ОАО «Т-Платформы»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2017 г. № 429-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2018 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
3.1 Общие термины . . . . . 1
3.2 Параметры скелета пористой среды . . . . . 2
3.3 Параметры пластового флюида . . . . . 3
3.4 Функции насыщенности . . . . . 3
3.5 Уравнения и параметры фильтрации . . . . . 4
3.6 Сетки и пространственные аппроксимации . . . . . 4
3.7 Модели и методы моделирования . . . . . 5
3.8 Разное . . . . . 7
Алфавитный указатель терминов на русском языке . . . . . 9
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке . . . . . 11
Библиография . . . . . 14

## Введение

Установленные в стандарте термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий данной области знания.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин.

Приведенные определения можно при необходимости изменить, вводя в них произвольные признаки, раскрывая значения используемых в них терминов, указывая объекты, относящиеся к определенному понятию. Изменения не должны нарушать объем и содержание понятий, определенных в данном стандарте.

В стандарте приведены иноязычные эквиваленты стандартизованных терминов на английском (en) языке.

В стандарте приведен алфавитный указатель терминов на русском языке и их эквивалентов на английском языке.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткие формы — светлым, а синонимы — курсивом.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

## Термины и определения в области механики течений в пористых средах

Numerical modeling of physical processes. Terms and definitions in the field of mechanics for flows in porous medium

**Дата введения — 2018—05—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области численного моделирования течений в пористых средах.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и литературы (по данной научно-технической отрасли), входящих в сферу работ по стандартизации и (или) использующих результаты этих работ.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.052—2015 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения

ГОСТ Р 57188—2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

ГОСТ Р 57193—2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств

Р 50.1.075—2011 Разработка стандартов на термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

### 3.1 Общие термины

3.1.1 **пористая среда:** Твердое тело («скелет»), пронизанное системой сообщающихся между собой пустот («поровое пространство»). en porous medium

3.1.2 **трещиноватая среда:** Частный случай пористой среды (3.1.1), в которой поровое пространство (3.1.1) есть система трещин. Пространство между трещинами заполнено непроницаемым скелетом (3.1.1). en fractured medium

3.1.3 **трещиновато-пористая среда:** Частный случай пористой среды (3.1.1), в которой поровое пространство (3.1.1) есть система пустот различного масштаба. Имеется система трещин, пространство между которыми заполнено пористыми проницаемыми (3.2.4) блоками [1]. en fractured porous medium

Примечание — В трещиновато-пористой среде поровое пространство есть трещины и поры.

3.1.4 **флюид** (*пластовый флюид*)**:** Вещество, возможно, находящееся в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердая фаза), заполняющее поровое пространство (3.1.1) в пористой среде (3.1.1) [2]. en reservoir fluid; formation fluid

3.1.5 **фильтрация:** Течение флюида (3.1.4) в пористой среде (3.1.1). en flow in porous medium

3.1.6 **коллектор:** Геологическая среда, содержащая пустоты (поры, каверны или системы трещин) и способная вмещать и фильтровать флюиды (3.1.4). en reservoir; formation

Примечание — Здесь термин «геологическая среда» эквивалентен термину «горная порода».

3.1.7 **пласт** (*пласт-коллектор*)**:** Геологическое тело, сложенное однородной геологической средой и ограниченное двумя поверхностями напластования. en reservoir

3.1.8 **теория фильтрации:** Раздел гидромеханики, посвященный исследованию фильтрации флюидов (3.1.4). -

3.1.9 **подземная гидромеханика:** Раздел гидромеханики, посвященный исследованию фильтрации (3.1.5) в подземных коллекторах (3.1.6) и пластах (3.1.7) (в геологических средах). -

### 3.2 Параметры скелета пористой среды

3.2.1 **пористость** (*коэффициент пористости*)**:** Доля объема порового пространства в общем объеме пористой среды (3.1.1) (поровое пространство + скелет (3.1.1)); относительная объемная доля порового пространства в пористой среде (3.1.1) [2]. en porosity

3.2.2 **трещиноватость** (*коэффициент трещиноватости*)**:** Доля объема трещин в общем объеме трещиновато-пористой среды (3.1.3) (поры + трещины + скелет). en fracturing

3.2.3 **песчанистость** (*коэффициент песчанистости*)**:** Отношение эффективной проницаемой (3.2.4) толщины (пласта-коллектора (3.1.7)) к общей толщине (коллектор + неколлектор (3.1.6)). en net to gross ratio

3.2.4 **проницаемость** (*абсолютная проницаемость, коэффициент проницаемости*)**:** Параметр, характеризующий свойство пористой среды (3.1.1) пропускать флюид (3.1.4) при перепаде давления. (Коэффициент пропорциональности между скоростью фильтрации (3.5.1) и градиентом напора в законе Дарси (3.5.3)). en permeability

3.2.5 **тензор проницаемости** (*тензорная проницаемость*)**:** Проницаемость (3.2.4) анизотропной пористой среды (3.1.1). en tensor permeability

Примечание — Проницаемость анизотропной (например, трещиноватой) пористой среды имеет тензорную природу.

3.2.6 **фильтрационно-емкостные свойства** (ФЕС)**:** Параметры, определяющие способность коллекторов (3.1.6) вмещать (пористость (3.2.1), трещиноватость (3.2.2), песчанистость (3.2.3)) и фильтровать (3.1.5) (проницаемость (3.2.4), песчанистость (3.2.3)) флюиды (3.1.4) [3], [4]. en rock properties; petrophysical properties

### 3.3 Параметры пластового флюида

3.3.1 **данные PVT** (*PVT свойства*): Соотношения между физическими/термодинамическими параметрами флюида (3.1.4) [3]. en PVT properties

3.3.2 **компонент:** Неделимая составляющая многокомпонентного флюида (3.1.4). en component

Примечание — В фильтрационных моделях, как правило, компоненты есть неделимые химические элементы пластового флюида.

3.3.3 **фаза** (*термодинамическая фаза*): Гомогенная часть гетерогенного флюида (3.1.4), ограниченная поверхностью раздела. en phase

3.3.4 **насыщенность:** Доля объема порового пространства (3.1.1), занятого фазой флюида (3.3.3). en saturation

Примечание — Насыщенность имеет различное значение для различных фаз флюида. Сумма насыщенностей всех фаз равна единице.

3.3.5 **подвижность:** Параметр фазы флюида (3.3.3), равный отношению относительной фазовой проницаемости (3.4.2) к динамической вязкости. en mobility

3.3.6 **многокомпонентная фильтрация:** Фильтрация (3.1.5) многокомпонентного флюида (3.1.4), т. е. флюида, состоящего из нескольких компонентов (3.3.2). en multicomponent flow in porous medium

3.3.7 **многофазная фильтрация:** Фильтрация флюида (3.1.5), который может расслаиваться на несколько фаз (3.3.3). en multiphase flow in porous medium

3.3.8 **фильтрация смешивающихся флюидов:** Фильтрация (3.1.5), сопровождающаяся обменом компонентами (3.3.2) между различными фазами флюида (3.3.3). en miscible flow in porous medium

3.3.9 **фильтрация несмешивающихся флюидов:** Фильтрация (3.1.5), при которой не происходит обмен компонентами (3.3.2) между различными фазами флюида (3.3.3). en immiscible flow in porous medium

Примечание — Часто используется термин «смешивающееся/несмешивающееся вытеснение» (miscible/immiscible displacement), соответствующий, например, фильтрации при вытеснении газом жидкости, с учетом/без учета растворения газа в жидкости.

### 3.4 Функции насыщенности

3.4.1 **функции насыщенности:** Соотношения, задающие кривые относительной фазовой проницаемости (3.4.3) и капиллярного давления (3.4.5). en saturation functions

3.4.2 **относительная фазовая проницаемость** (ОФП): Безразмерная величина, равная отношению эффективной проницаемости фазы (3.3.3) к абсолютной проницаемости (3.2.4). en relative permeability

Примечание — Относительная фазовая проницаемость имеет различное значение для различных фаз флюида. Относительные фазовые проницаемости зависят от насыщенностей фаз флюида.

3.4.3 **кривые относительной фазовой проницаемости** (кривые ОФП): Кривые, задаваемые зависимостью относительных фазовых проницаемостей (3.4.2) от насыщенностей фаз (3.3.4) [3]. en relative permeability curves

3.4.4 **капиллярное давление:** Разность давлений в двух различных фазах флюида (3.3.3). en capillary pressure

Примечание — Капиллярное давление зависит от насыщенностей фаз флюида.

3.4.5 **кривые капиллярного давления:** Кривые, задаваемые зависимостью капиллярного давления (3.4.4) от насыщенностей фаз (3.3.4). en capillary pressure curves

3.4.6 **критическая насыщенность:** Минимальная насыщенность (3.3.4), при которой фаза (3.3.3) становится подвижной (3.3.5). en critical saturation

Примечание — По определению если насыщенность фазы больше критического значения, то фаза подвижна — подвижность фазы строго больше нуля, — а если насыщенность фазы меньше критического значения, то фаза неподвижна — подвижность фазы равна нулю.

3.4.7 **концевые точки:** Значения насыщенности (3.3.4), ОФП (3.4.2) и капиллярного давления (3.4.4), относительно которых проводится трансформация кривых ОФП (3.4.3) и капиллярного давления (3.4.5) при масштабировании концевых точек (3.4.8). en end-points; end-point values

3.4.8 **масштабирование концевых точек:** Трансформация кривых ОФП (3.4.3) и капиллярного давления (3.4.5) вдоль оси насыщенности (3.3.4) и/или вертикальной оси. en end-points scaling

Примечание — Часто применяется линейное сжатие/растяжение кривых ОФП и капиллярного давления.

3.4.9 **кривые вытеснения:** Функции насыщенности (3.4.1) для фильтрации (3.1.5), сопровождающейся убыванием насыщенности (3.3.4) смачивающей фазы (3.3.3). en drainage curves

3.4.10 **кривые пропитки:** Функции насыщенности (3.4.1) для фильтрации (3.1.5), сопровождающейся возрастанием насыщенности (3.3.4) смачивающей фазы (3.3.3). en imbibition curves

Примечание — Кривые вытеснения и пропитки применяются для моделирования гистерезисных эффектов в пористой среде.

3.4.11 **остаточная насыщенность:** Насыщенность (3.3.4) вытесняемой фазы (3.3.3) после завершения процесса вытеснения в пористой среде (3.1.1). en residual saturation

### 3.5 Уравнения и параметры фильтрации

3.5.1 **скорость фильтрации:** Вектор, нормальная компонента которого к элементарной площадке есть отношение объемного расхода фазы флюида (3.3.3) через данную площадку к ее площади. en Darcy's velocity

Примечание — Скорость фильтрации имеет различное абсолютное значение и направление для различных фаз пластового флюида.

3.5.2 **закон фильтрации:** Устанавливает связь между вектором скорости фильтрации (3.5.1) и полем давления. -

3.5.3 **закон Дарси** (*линейный закон фильтрации*)**:** Закон фильтрации (3.5.2), устанавливающий прямо пропорциональную связь между скоростью фильтрации (3.5.1) фазы флюида (3.3.3) и градиентом ее напора и обратно пропорциональную связь между скоростью фильтрации (3.5.1) и динамической вязкостью фазы (3.3.3). en Darcy's law

3.5.4 **двучленный закон фильтрации:** Закон фильтрации (3.5.2), устанавливающий нелинейную связь между скоростью фильтрации (3.5.1) и полем давления в виде квадратичного соотношения относительно скорости фильтрации (3.5.1). Закон позволяет учесть инерционные эффекты. en Darcy-Forchheimer law

### 3.6 Сетки и пространственные аппроксимации

3.6.1 **фильтрационная модель** (*модель пласта; модель коллектора*)**:** Система количественных представлений о геолого-физических свойствах коллектора (3.1.6), используемая в расчетах фильтрации (3.1.5). Модель представляет пористую среду (3.1.1) в виде сетки ячеек (3.6.2), каждая из которых характеризуется набором параметров скелета пористой среды (3.1.1), флюида (3.1.4), функций насыщенности (3.4.1) и других статических и динамических характеристик фильтрации (3.1.5) [3], [4], [5]. en reservoir model; formation model

3.6.2 **ячейка модели** (*ячейка сетки*): Элементарный объем (например, многогранник) при аппроксимации уравнений фильтрации (3.1.5). en grid block; grid cell

3.6.3 **неактивная ячейка:** Ячейка сетки (3.6.2), исключенная из расчета фильтрации (3.1.5). en inactive cell; inactive grid block

Примечание — В неактивной ячейке течение в пористой среде не рассчитывается.

3.6.4 **поровый объем:** Произведение геометрического объема ячейки (3.6.2) на пористость (3.2.1) и песчанистость (3.2.3). en pore volume

3.6.5 **проводимость:** Конечно-разностная мера сопротивления, оказываемого перетоку флюида (3.1.4) между соседними связанными ячейками (3.6.2) фильтрационной модели (3.6.1). en transmissibility

3.6.6 **блочно-центрированная сетка:** Структурированная (регулярная) сетка, основанная на задании глубин верхних граней ячеек (3.6.2) и их размеров в направлении осей X, Y и Z. Все ячейки (3.6.2) имеют форму прямоугольных параллелепипедов. Верхняя и нижняя грани ячеек горизонтальные (перпендикулярны оси Z), а боковые грани вертикальные [3]. en block-center grid; block-center geometry

3.6.7 **сетка в формате угловой точки** (*геометрия угловой точки*): Структурированная гексаэдральная сетка, основанная на задании координатных (опорных) линий и глубин углов ячеек (3.6.2), принадлежащих данным линиям [3]. en corner-point grid; corner-point geometry

Примечание — Сетка задается двумя массивами данных. Первый массив данных задает опорные линии; задаются координаты двух различных точек на каждой из линий. Второй массив данных задает глубины углов ячеек на координатных линиях.

3.6.8 **нелокальная связь:** Возможность фильтрации (3.1.5) (перетока) флюида (3.1.4) между двумя несоседними ячейками сетки (3.6.2). en non-neighborhood connection (NNC)

Примечание — В случае структурированной стыкованной сетки каждая ячейка имеет только одну соседнюю связанную с ней ячейку вдоль каждого координатного направления. Нелокальные связи позволяют связать попарно несоседние ячейки, разрешив прямые перетоки флюида между ними. Типичным приложением нелокальных связей являются: моделирование фильтрации вблизи геологических нарушений (разломов) и выклиниваний пластов; локальное измельчение и укрупнение сетки.

3.6.9 **неструктурированная сетка** (*нерегулярная сетка*): Сетка ячеек, не допускающая матричную (i,j,k) нотацию. en unstructured grid

Примечание — Ячейки сетки — многогранники — могут иметь различную форму, например тетраэдры, гексаэдры и т. д.

3.6.10 **схема с разностями против потоков:** Схема пространственной аппроксимации уравнений фильтрации (3.1.5), в которой насыщенности (3.3.4), подвижности (3.3.5), концентрации и другие параметры сносятся против направления потока соответствующей фазы (3.3.3). en upwind scheme

3.6.11 **двухточечная аппроксимация потока:** Аппроксимация потока между двумя ячейками сетки (3.6.1) только по параметрам в данных двух ячейках. en two point flux approximation

3.6.12 **многоточечная аппроксимация потока:** Аппроксимация потока между двумя ячейками сетки (3.6.1) с учетом параметров в ячейках, связанных с рассматриваемыми. en multipoint flux approximation

### 3.7 Модели и методы моделирования

3.7.1 **гидродинамическое моделирование** (*моделирование коллектора*): Математическое моделирование фильтрации (3.1.5) в коллекторах — пластовых системах (3.1.6; 3.1.7) [3]. en reservoir simulation

3.7.2 **гидродинамический симулятор** (*программный комплекс гидродинамического моделирования*): Программа для ЭВМ, позволяющая проводить математическое моделирование (расчет) фильтрации (3.1.5) [3].

en reservoir simulator

3.7.3 **композиционное моделирование:** Гидродинамическое моделирование (3.7.1) с учетом детализированного описания компонентного состава флюида (3.3.2) и фазовых превращений на основе термодинамически согласованного подхода, например с помощью уравнения состояния [1].

en compositional modeling

3.7.4 **термогидродинамическое моделирование:** Моделирование фильтрации с учетом усложненных термодинамических явлений, изменений температуры и теплообменных процессов.

en thermo-hydrodynamic modeling

Примечание — Термин «термогидродинамическое моделирование» часто применяется к композиционному моделированию фильтрации в условиях значительного изменения давления и температуры, критических термодинамических состояний, гидратообразования, многофазных парожидкостных равновесий пластового флюида, выделения скрытой теплоты фазового перехода и других усложненных термодинамических явлений.

3.7.5 **геомеханическое моделирование:** Гидродинамическое моделирование (3.7.1), сопряженное с расчетом напряженно-деформированного состояния скелета пористой среды (3.1.1).

en geomechanical modeling

3.7.6 **полномасштабное моделирование:** Математическое моделирование фильтрации (3.1.5) во всем коллекторе (3.1.6), с учетом всех его подобластей (секторов).

en full-scale modelling

3.7.7 **секторное моделирование:** Математическое моделирование фильтрации (3.1.5) в подобласти (секторе) коллектора (3.1.6).

en sector modeling

3.7.8 **ремасштабирование:** Процесс изменения (укрупнения) масштаба ячеек сетки (3.6.2) фильтрационной модели (3.6.1) с осреднением свойств и расчетом эффективных параметров ячеек (3.6.2) [4].

en upscaling

3.7.9 **площадная задача** (*площадная модель*): Двухмерная постановка задачи фильтрации (3.1.5) (двухмерная фильтрационная модель (3.7.1)) в незначительном по толщине и большом по простиранию пласте (3.1.7). Предполагается, что фильтрация (3.1.5) в вертикальном направлении пренебрежимо мала по сравнению с фильтрацией в двух других направлениях (в направлениях напластования (3.1.7)) [1].

en areal problem

3.7.10 **модель вертикального равновесия:** Метод площадного моделирования (3.7.9), основывающийся на предположении, что капиллярно-гравитационное равновесие флюида (3.1.4) в вертикальном направлении устанавливается мгновенно [1].

en vertical equilibrium model

Примечание — В модели вертикального равновесия предполагается, что характерное время установления капиллярно-гравитационного равновесия значительно меньше характерного времени гидродинамических процессов в направлении напластования.

3.7.11 **профильная задача** (*профильная модель*): Двухмерная постановка задачи фильтрации (3.1.5) (двухмерная фильтрационная модель (3.6.1)), в которой пренебрегается течение флюида (3.1.4) в одном из горизонтальных направлений [1].

en cross-sectional problem

3.7.12 **задача с одиночной скважиной:** Двухмерная постановка задачи фильтрации (3.1.5) (двухмерная фильтрационная модель (3.6.1)) в цилиндрической системе координат. Предполагается, что параметры фильтрации (3.1.5) не зависят от угловой координаты, а ось симметрии — скважина [1].

en single-well problem

3.7.13 **модель двойной пористости:** Двухконтинуальная математическая модель трещиновато-пористой среды (3.1.3), представляющая ее в виде двух пористых сред (3.1.1) с поровыми пространствами (3.1.1) различных масштабов. В среде 1 роль порового пространства (3.1.1) играют трещины, а роль скелета (3.1.1) — пористые блоки. Среда 2 — пористая среда (3.1.1) блоков породы. Модель учитывает массообмен флюидом (3.1.4) в среде 1 и между средами 1 и 2. Предполагается, что массоперенос в среде 2 не происходит.

en dual porosity model

3.7.14 **модель двойной проницаемости:** Модель двойной пористости (3.7.13), в которой дополнительно учитывается массоперенос в среде 2.

en dual permeability model

3.7.15 **IMPES метод** (*метод неявный по давлению, явный по насыщенности*)**:** Двухшаговый итерационный метод расчета фильтрации (3.1.5), в котором используется полунеявная конечно-разностная аппроксимация уравнений фильтрации (3.1.5): значения давления взяты с неявного слоя, а остальные параметры (насыщенности (3.3.4), подвижности (3.3.5), концентрации и т. д.) — с явного слоя.
Решение по IMPES-методу состоит из двух шагов (типа предиктор-корректор):
Шаг 1: Определяется давление на неявном слое при прочих параметрах, взятых с явного слоя;
Шаг 2: Значения прочих параметров на неявном слое пересчитываются по явной схеме [1].

en implicit pressure explicit saturations method; IMPES method, IMPES formulation

3.7.16 **метод последовательного решения** (*SEQ метод*)**:** Модифицированный IMPES метод (3.1.14), в котором на Шаге 2 насыщенности фаз (3.3.4) (подвижности (3.3.5), концентрации и другие параметры, все, кроме давления) определяются по неявной схеме [1].

en sequential formulation; SEQ method

3.7.17 **полностью неявный метод:** Итерационный метод расчета фильтрации (3.1.5), в котором используется полностью неявная конечно-разностная аппроксимация уравнений фильтрации (3.1.5) [1].

en fully implicit method; FIM; implicit formulation

3.7.18 **адаптивно неявный метод:** Итерационный метод расчета фильтрации (3.1.5), в котором применяется различный уровень неявности в различных ячейках сетки (3.6.2). В одних ячейках (3.6.2) расчет проводится по IMPES методу (3.7.15), а в других — по полностью неявному методу (3.7.17). Для каждой ячейки (3.6.2) тип применяемого метода определяется адаптивно, например в зависимости от скорости изменения параметров.

en adaptive implicit method; AIM; adaptive implicit formulation

3.7.19 **метод линий тока:** IMPES метод (3.7.15) расчета фильтрации (3.1.5), в котором на Шаге 2 перенос насыщенностей (3.3.4) (концентраций и других параметров, всех, кроме давления) рассчитывается вдоль линий тока. Линии тока определяются на Шаге 1 по давлению на неявном слое.

en streamline simulation

### 3.8 Разное

3.8.1 **расчет начального капиллярно-гравитационного равновесия:** Расчет начального гидростатического распределения давления и распределения насыщенностей фаз (3.3.4) в коллекторе (3.1.6) в соответствии с кривыми капиллярного давления (3.4.5) и, возможно, другими параметрами.

en initial equilibration; hydrostatic equilibration

3.8.2 **дебит:** Объемный расход флюида (3.1.4) или отдельной фазы флюида (3.3.3) [2].

en flow rate; production/ injection rate

Примечание — В некоторых случаях дебитом называют массовый расход флюида.

3.8.3 **эквивалентный радиус контура питания** (*радиус Писмана*): Радиус, при котором давление в ячейке (3.6.2) равно давлению на контуре питания скважины. en pressure equivalent radius

3.8.4 **скин-фактор:** Безразмерный параметр, характеризующий дополнительное сопротивление фильтрации флюида (3.1.5) в прискважинной зоне пласта (3.1.7). en skin factor

Примечание — Скин-фактор равен логарифму отношения радиуса скважины к фиктивному радиусу скважины.

3.8.5 **продуктивность скважины:** Коэффициент, характеризующий возможности пласта (3.1.7) по флюидоотдаче. По определению коэффициент продуктивности есть отношение дебита (3.8.2) скважины к депрессии [2]. en productivity index; PI

3.8.6 **приемистость скважины:** Коэффициент, характеризующий возможность пласта (3.1.7) к закачке нагнетаемого флюида (3.1.4). en injectivity index; II

3.8.7 **безнапорная фильтрация:** Фильтрационное течение (3.1.5), в котором не образуется свободная граница. en flow in porous medium

3.8.8 **напорная фильтрация:** Фильтрационное течение (3.1.5) в поле силы тяжести, в котором образуется свободная граница. en groundwater flow

3.8.9 **ненасыщенная зона:** Слой грунта между поверхностью земли и водоносным горизонтом. en unsaturated zone; vadose zone

Примечание — Применяется в напорной фильтрации.

3.8.10 **насыщенная зона:** Слой земли ниже водоносного горизонта. en saturated zone

Примечание — Применяется в напорной фильтрации.

3.8.11 **коэффициент фильтрации:** Коэффициент пропорциональности между скоростью фильтрации (3.5.1) и градиентом напора (пьезометрического напора). en hydraulic conductivity

Примечание — Применяется в напорной фильтрации.

## Алфавитный указатель терминов на русском языке


**аппроксимация потока двухточечная** 3.6.11
**аппроксимация потока многоточечная** 3.6.12
**геометрия блочно-центрированная** 3.6.6
*геометрия угловой точки* 3.6.7
**гидромеханика подземная** 3.1.9
**давление капиллярное** 3.4.4
**данные PVT** 3.3.1
**дебит** 3.8.2
**задача площадная** 3.7.9
**задача профильная** 3.7.11
**задача с одиночной скважиной** 3.7.12
**закон Дарси** 3.5.3
**закон фильтрации** 3.5.2
**закон фильтрации двучленный** 3.5.4
*закон фильтрации линейный* 3.5.3
**зона насыщенная** 3.8.10
**зона ненасыщенная** 3.8.9
**коллектор** 3.1.6
*комплекс гидродинамического моделирования программный* 3.7.2
**компонент** 3.3.2
*коэффициент песчанистости* 3.2.3
*коэффициент пористости* 3.2.1
*коэффициент проницаемости* 3.2.4
*коэффициент трещиноватости* 3.2.2
**коэффициент фильтрации** 3.8.11
**кривые вытеснения** 3.4.9
**кривые капиллярного давления** 3.4.5
**кривые относительной фазовой проницаемости** 3.4.3
кривые ОФП 3.4.3
**кривые пропитки** 3.4.10
**масштабирование концевых точек** 3.4.8
**метод адаптивно неявный** 3.7.18
**метод линий тока** 3.7.19
**метод полностью неявный** 3.7.17
**метод последовательного решения** 3.7.16
*метод неявный по давлению, явный по насыщенности* 3.7.15
**моделирование геомеханическое** 3.7.5
**моделирование гидродинамическое** 3.7.1
*моделирование коллектора* 3.7.1
**моделирование композиционное** 3.7.3
**моделирование полномасштабное** 3.7.6
**моделирование секторное** 3.7.7

**моделирование термогидродинамическое** 3.7.4
**модель вертикального равновесия** 3.7.10
**модель двойной пористости** 3.7.13
**модель двойной проницаемости** 3.7.14
*модель коллектора* 3.6.1
*модель пласта* 3.6.1
*модель площадная* 3.7.9
*модель профильная* 3.7.11
**модель фильтрационная** 3.6.1
**насыщенность** 3.3.4
**насыщенность критическая** 3.4.6
**насыщенность остаточная** 3.4.11
**объем поровый** 3.6.4
ОФП 3.4.2
**песчанистость** 3.2.3
**пласт** 3.1.7
*пласт-коллектор* 3.1.7
**подвижность** 3.3.5
**пористость** 3.2.1
**приемистость скважины** 3.8.6
**проводимость** 3.6.5
**продуктивность скважины** 3.8.5
**проницаемость** 3.2.4
*проницаемость абсолютная* 3.2.4
**проницаемость относительная фазовая** 3.4.2
*проницаемость тензорная* 3.2.5
**радиус контура питания эквивалентный** 3.8.3
*радиус Писмана* 3.8.3
**расчет начального капиллярно-гравитационного равновесия** 3.8.1
**ремасштабирование** 3.7.8
**свойства фильтрационно-емкостные** 3.2.6
**связь нелокальная** 3.6.8
*сетка нерегулярная* 3.6.9
**сетка неструктурированная** 3.6.9
**симулятор гидродинамический** 3.7.2
**скин-фактор** 3.8.4
**скорость фильтрации** 3.5.1
**среда пористая** 3.1.1
**среда трещиноватая** 3.1.2
**среда трещиновато-пористая** 3.1.3
**схема с разностями против потоков** 3.6.10
**тензор проницаемости** 3.2.5
**теория фильтрации** 3.1.8
**точки концевые** 3.4.7

**трещиноватость** 3.2.2
**фаза** 3.3.3
*фаза термодинамическая* 3.3.3
ФЕС 3.2.6
**фильтрация** 3.1.5
**фильтрация безнапорная** 3.8.7
**фильтрация многокомпонентная** 3.3.6
**фильтрация многофазная** 3.3.7
**фильтрация напорная** 3.8.8
**фильтрация несмешивающихся флюидов** 3.3.9
**фильтрация смешивающихся флюидов** 3.3.8
**флюид** 3.1.4
*флюид пластовый* 3.1.4
**функции насыщенности** 3.4.1
**ячейка модели** 3.6.2
**ячейка неактивная** 3.6.3
*ячейка сетки* 3.6.2
**IMPES метод** 3.7.15
*PVT свойства* 3.3.1
*SEQ метод* 3.7.16

## Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке

adaptive implicit formulation 3.7.18
adaptive implicit method 3.7.18
AIM 3.7.18
areal problem 3.7.9
block-center geometry 3.6.6
block-center grid 3.6.6
capillary pressure 3.4.4
capillary pressure curves 3.4.5
component 3.3.2
compositional modeling 3.7.3
corner-point geometry 3.6.7
corner-point grid 3.6.7
critical saturation 3.4.6
cross-sectional problem 3.7.11
Darcy's law 3.5.3
Darcy's velocity 3.5.1
Darcy-Forchheimer law 3.5.4
drainage curves 3.4.9
dual permeability model 3.7.14
dual porosity model 3.7.13
end-point values 3.4.7

| | |
|---|---|
| end-points | 3.4.7 |
| end-points scaling | 3.4.8 |
| FIM | 3.7.17 |
| flow in porous medium | 3.1.5, 3.8.7 |
| flow rate | 3.8.2 |
| formation | 3.1.6 |
| formation fluid | 3.1.4 |
| formation model | 3.6.1 |
| fractured medium | 3.1.2 |
| fractured porous medium | 3.1.3 |
| fracturing | 3.2.2 |
| full-scale modelling | 3.7.6 |
| fully implicit method | 3.7.17 |
| geomechanical modeling | 3.7.5 |
| grid block | 3.6.2 |
| grid cell | 3.6.2 |
| groundwater flow | 3.8.8 |
| hydraulic conductivity | 3.8.11 |
| hydrostatic equilibration | 3.8.1 |
| II | 3.8.6 |
| imbibition curves | 3.4.10 |
| immiscible flow in porous medium | 3.3.9 |
| IMPES formulation | 3.7.15 |
| IMPES method | 3.7.15 |
| implicit formulation | 3.7.17 |
| implicit pressure explicit saturations method | 3.7.15 |
| inactive cell | 3.6.3 |
| inactive grid block | 3.6.3 |
| initial equilibration | 3.8.1 |
| injection rate | 3.8.2 |
| injectivity index | 3.8.6 |
| miscible flow in porous medium | 3.3.8 |
| mobility | 3.3.5 |
| multicomponent flow in porous medium | 3.3.6 |
| multiphase flow in porous medium | 3.3.7 |
| multipoint flux approximation | 3.6.12 |
| net to gross ratio | 3.2.3 |
| NNC | 3.6.8 |
| non-neighborhood connection | 3.6.8 |
| permeability | 3.2.4 |
| petrophysical properties | 3.2.6 |
| phase | 3.3.3 |
| PI | 3.8.5 |
| pore volume | 3.6.4 |

| | |
|---|---|
| porosity | 3.2.1 |
| porous medium | 3.1.1 |
| pressure equivalent radius | 3.8.3 |
| production rate | 3.8.2 |
| productivity index | 3.8.5 |
| PVT properties | 3.3.1 |
| relative permeability | 3.4.2 |
| relative permeability curves | 3.4.3 |
| reservoir | 3.1.6, 3.1.7 |
| reservoir fluid | 3.1.4 |
| reservoir model | 3.6.1 |
| reservoir simulation | 3.7.1 |
| reservoir simulator | 3.7.2 |
| residual saturation | 3.4.11 |
| rock properties | 3.2.6 |
| saturated zone | 3.8.10 |
| saturation | 3.3.4 |
| saturation functions | 3.4.1 |
| sector modeling | 3.7.7 |
| SEQ method | 3.7.16 |
| sequential formulation | 3.7.16 |
| single-well problem | 3.7.12 |
| skin factor | 3.8.4 |
| streamline simulation | 3.7.19 |
| tensor permeability | 3.2.5 |
| thermo-hydrodynamic modeling | 3.7.4 |
| transmissibility | 3.6.5 |
| two point flux approximation | 3.6.11 |
| unsaturated zone | 3.8.9 |
| unstructured grid | 3.6.9 |
| upscaling | 3.7.8 |
| upwind scheme | 3.6.10 |
| vadose zone | 3.8.9 |
| vertical equilibrium model | 3.7.10 |

## Библиография

[1] Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем — М.: Недра, 1982. — 408с. / Aziz K., Settari A. Petroleum reservoir simulation. Appl. Sci. Publ., 1979

[2] Коваленко Е.Г. Новый большой англо-русский словарь по нефти и газу. — М.: Живой язык, 2008

[3] РД 153-39.0-047-00. 2000 Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений

[4] Методические рекомендации по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. Приложение к приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21 марта 2007 г. № 61

УДК 001.4:004:006.354 ОКС 01.040.01, 07.020, 07.030 П80

Ключевые слова: моделирование, численное моделирование, физические процессы, пористая среда, фильтрация

Редактор *Е.В. Лукьянова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 31.07.2018. Подписано в печать 02.08.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru