РУХАНИ ЖАҢҒЫРУ

20 АСТАНА

ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Студенттер мен жас ғалымдардың
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XIII Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference
for Students and Young Scientists
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**

12th April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**
**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

# Студенттер мен жас ғалымдардың «Ғылым және білім - 2018» атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018»

# PROCEEDINGS of the XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018»

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**
**Ғ 96**

Ғ 96
«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докоранттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

УДК 532.529

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПУЗЫРЬКА В ПРОГРАММЕ COMSOL

**Толыкбаева Айлина Ганиевна**
*ailina16@mail.ru*
Студент кафедры математическое и компьютерное моделирование ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,
Астана, Казахстан
Научный руководитель – Шалабаева Б.С.

Моделирование динамики пузырьков вызывает огромный интерес при решении как академических научных, так и различных технических задач.

В данной работе рассмотренно действие закона Навье-Стокса при движении жидкости и пузыря в пренебрежении силами вязкого трения.

Моделируется движение двух несмешивающихся жидкостей, при этом отслеживается граница раздела жидкость-жидкость. Масляный пузырь поднимается через воду и сливается с маслом, уже находящимся в верхней части контейнера. Изначально даны три области: масляный пузырь, верхний масляный слой и вода, окружающая пузырь (см. рисунок 1). Контейнер является цилиндром с диаметром $1 \times 10^{-2}$ м и высотой $1.5 \times 10^{-2}$ м. Масляная фаза имеет вязкость 0.0208 Па·с и плотность 879 кг/м$^3$. Для воды даны вязкость $1.01 \times 10^{-3}$ Па·с и плотность 1000 кг/м$^3$. Эффект плавучести приводит к тому, что нефтяной пузырь поднимается вдоль водной фазы. Когда пузырь достигает границы раздела жидкость-жидкость, он сливается с масляной фазой

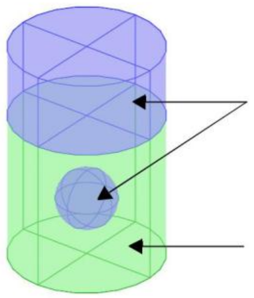


*Рисунок 1: Изначальное положение пузыря. Геометрия ассиметрична.*

Целью данной работы является исследование движения пузырей в среде ньютоновских жидкостей разной вязкости и плотности. В ходе исследования рассмотрены и представлены траектории движущихся пузырей при различных начальных положениях. В результате получено следующее:

- определены силы взаимодействия между микрочастицами в потоке жидкости;
- рассмотрена математическая модель движения пузыря в жидкости;
- изложена методика расчета движения пузыря в жидкости;
- рассмотрены уравнения Навье-Стокса для ньютоновской вязкой жидкости.

Рассматриваемые вопросы могут быть применены для развития новых технологий наногидродинамической промышленности, в биологических устройствах и систем; в обработке материалов, таких как формирование наночастиц в масляной жидкой фазе. [1]

Топология интерфейса жидкости изменяется со временем. Процесс начинается с трех отдельных областей жидкости и заканчивается двумя. Метод набора уровней, а также метод фазового поля хорошо подходят для моделирования движущихся границ, где происходят изменения топологии. Оба метода доступны в CFD-модуле в качестве предопределенных физических интерфейсов. [2]

Интерфейс набора уровней устанавливает границу раздела жидкостей, отслеживая изолинии функции набора уровней, $\varphi$. Набор уровней или изоконтур $\varphi = 0{,}5$ определяет положение интерфейса. Определено уравнение, определяющее перенос и повторную инициализацию $\varphi$,

$$\frac{\partial}{\partial t} + \boldsymbol{u} \cdot \nabla\varphi = \gamma\nabla \cdot \left(\varepsilon\nabla\varphi - \varphi(1-\varphi)\frac{\nabla\varphi}{|\nabla\varphi|}\right)$$

где **u** (единица СИ: м / с) - скорость жидкости, а $\gamma$ (единица СИ: м / с) и $\varepsilon$ (единица СИ: м) - параметры повторной инициализации. Параметр $\varepsilon$ определяет толщину слоя вокруг границы раздела, где $\varphi$ изменяется от нуля до единицы. Когда для уравнения набора уровней используется стабилизация, возможно использовать толщину границы раздела $\varepsilon = h_c / 2$, где $h_c$ - характеристический размер ячейки в области, переданной интерфейсом. Параметр $\gamma$ определяет величину повторной инициализации. Подходящим значением для $\gamma$ является максимальная величина скорости, которая возникает в модели.[2]

Поскольку функция набора уровней является гладкой ступенчатой функцией, она также используется для общего определения плотности и динамической вязкости

$$\rho = \rho_w + (\rho_0 - \rho_w)\varphi$$

и

$$\mu = \mu_w + (\mu_0 - \mu_w)\varphi$$

Здесь $\rho_w$, $\mu_w$, $\rho_o$, и $\mu_o$ обозначают константы плотностей и вязкостей воды и масла соответственно.

Одним из способов исследования качества численных результатов является проверка сохранения массы. Поскольку нет никаких реакций и нет потока через границы, общая масса каждой жидкости должна быть постоянной во времени. На рисунке 2 показана общая масса масла в зависимости от времени. Потери массы при моделировании составляют менее 0,2%, что свидетельствует о том, что модель хорошо сохраняет массу.

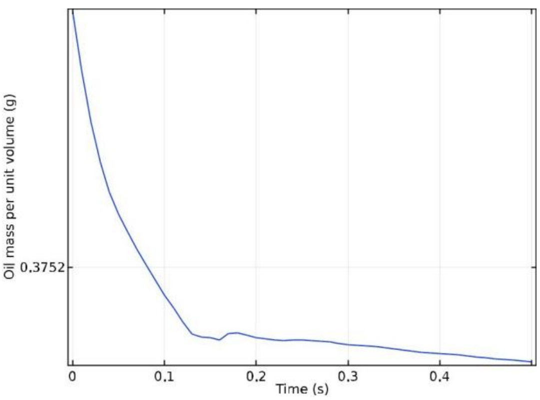


*Рисунок 2: Конечная масса масла в качестве функции времени. Итоговая потеря массы во время симуляции крайне низка (меньше 0.2%).*

Результаты моделирования приведены в пакете COMSOL. Используется модель в настройках для нахождения решений с использованием Laminar Two-Phase Flow, Level Set

(Ламинарный двухфазный поток, набор уровней ) интерфейса. Автоматически создаются два этапа исследования. Первый инициализирует функцию набора уровней, а вторая вычисляет движение динамического двухфазного потока.[1]

Приведенная модель показывает, как пузырь проходит через воду и сливается сверху с маслом. По мере того, как пузырь поднимается, его форма остается сферической из-за поверхностного натяжения и высокой вязкости масла. Когда капля попадает на поверхность воды, она сливается сверху с маслом и создает волны на поверхности.

**Список использованных источников**


1. Интернет-ресурс: Rising Bubble https://www.comsol.com/model/rising-bubble-177
2. Интернет-ресурс:models.cfd.rising_bubble_2daxi.pdf https://www.comsol.com/model/download/459901/models.cfd.rising_bubble_2daxi.pdf


## ГАУССТЫҚ ШУ АРАЛАСҚАН СИГНАЛДЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ТУРАЛЫ


**Умаров Мерей Оралович**

*umarov_mo@icloud.com*

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Механика математика факультеті Математикалық және компьютерлік модельдеу кафедрасының 4-курс студенті, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – К.Сулейменов


**Кіріспе**

Кездейсоқ $x\epsilon\mathbb{R}^n$ векторын қарастырайық. Осы вектордың координаталары

$$x_i = \theta_i + \xi_i, \quad i = 1, \dots, n, \tag{1}$$

мұндағы $\xi_i$ – $(0,1)$ параметрлі тәуелсіз гаусс саны. Мәселе $x = (x_1, \dots, x_n)^T$ ескертулерінен $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)^T$ векторын қайта құру болып табылады. Кез-келген статистикалық мәселенің маңызды компоненті – бағаланған вектор туралы алдын-ала ақпарат болып табылады. Бұл мақалада сирек векторды бағалау мәселесі қарастырылады. Біріншіден, $n$-ші мәселенің өлшемі жеткілікті үлкен, екіншіден, болжамды вектордың мәселенің өлшемімен салыстырғанда үлкен компоненттердің салыстырмалы түрде аз саны бар, ал қалған компоненттер жеткілікті аз екенін білдіреді. Негізінен, бағаланған вектордың үлкен компоненттерінің орналасуы толығымен ерікті болуы мүмкін және белгісіз болуы мүмкін. Мұндай векторлық құрылым әртүрлі статистикалық есептерде толқындарды қолдану кезіне тән. Төменде сирек векторлардың жиынтығының екі типтік мысалы берілген:

$$\Theta_0(\gamma_n) = \{\theta\epsilon\mathbb{R}^n : \#\{\theta_i \neq 0\} \leq n\gamma_n\},$$
$$\Theta_p(\gamma_n) = \left\{\theta\epsilon\mathbb{R}^n : \theta_{(i)}^2 \leq \left(\frac{n\gamma_n}{i}\right)^{1/p}\right\}, \tag{2}$$

мұндағы $\theta_{(1)}^2 \geq \theta_{(2)}^2 \geq \dots \geq \theta_{(n)}^2$ – өспелі емес $\theta$ векторының элементтерінің орналасуы, ал $\#\{\theta_i \neq 0\}$ $\theta$-да нөл емес компоненттердің санын білдіреді. $\gamma_n$ вектордың сиректілігін сипаттайды. Әрі қарай $n \to \infty$ ұмтылғанда сиректілік нөлге ұмтылған жағдай қарастырылады. Бұл жағдайда бізді белгісіз сиретілген $\gamma_n$ $\theta$ қайта қалпына келтіру мәселесі қызықтыратын болады. $\Theta_0(\gamma_n)$ векторларын кейде қара векторлар деп атайды.