

4. Jalali, P. An estimate of random close packing density in monodisperse hard spheres / P. Jalali, M. Li // J. Chem. Phys. – 2004. – Vol.120, № 2. – P. 1138-1139.

5. Бондарева, Т.П. Моделирование случайной упаковки систем сферических частиц [Текст] / Т.П. Бондарева, В.Г. Бондарев, Л.В. Мигаль // В кн.: Материалы международного семинара «Физико-математическое моделирование систем», Воронеж, 2012. – С. 22-28.

## СЛУЧАЙНАЯ 3D-УПАКОВКА И ПРИСТЕННЫЙ ЭФФЕКТ

*Бондарев В.Г.*

доцент кафедры информационных систем НИУ «БелГУ»,  
канд. техн. наук, доцент,  
Россия, г. Белгород

*Мигаль Л.В.*

доцент кафедры информационных систем управления НИУ «БелГУ»,  
канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Россия, г. Белгород

*Бондарева Т.П.*

ассистент кафедры информационных систем управления  
НИУ «БелГУ»,  
Россия, г. Белгород

В статье путем моделирования случайной упаковки системы жестких сфер исследуется влияние масштаба пористой среды на изменение пространственной плотности упаковки. Проведены численные эксперименты по выявлению распределения линейной плотности упаковки вблизи пристенной области установки системы жестких сфер.

*Ключевые слова:* моделирование, случайная упаковка, плотность упаковки, численный эксперимент.

Ограничение области формирования случайной упаковки системы частиц вызывает явление так называемого пристенного эффекта [1]. Причина изменения плотности упаковки частиц в пристенном слое носит двоякий характер. С одной стороны стенки области установки частиц препятствуют плотной укладке частиц, вследствие отсутствия у них степеней свободы, а с другой – вызывают упорядочивание частиц системы [2]. Влияние расстояния между стенками области установки полностью определяется соотношением размера области установки частиц и размера частиц системы. Так, считается, что при соотношении размера области установки  $D$  и диаметра  $d$  частицы менее четырех-пяти ( $D/d < 4-5$ ) пристенный эффект оказывает существенное влияние на структуру системы частиц [3]. Основываясь на представленных данных, было решено посвятить эту работу разработке модели случайной упаковки, ограниченной с одной стороны границей, и определению изменения плотности упаковки в отдельных слоях. Цель самого исследования состоит в том, чтобы проанализировать изменения плотности упаковки путем

проведения численных экспериментов по выявлению распределения линейной плотности упаковки вблизи пристенной зоны установки системы жестких сфер.

Для анализа изменения плотности упаковки с учетом наличия границы области установки было проведено построение имитационной модели случайной упаковки системы жестких сфер. Для этого нами был разработан алгоритм моделирования, в котором учитывался процесс размещения частиц вблизи границы области установки. Применение разработанного программного комплекса [4] позволило нам провести ряд модельных экспериментов с целью построения случайных упаковок.

В качестве эталона для всех случайных упаковок можно рассматривать регулярные упаковки. Результаты измерений линейной плотности упаковки  $\eta$  от расстояния  $r$  до стенки, определяемого в диаметрах частиц, для кубической и гексагональной регулярных упаковок сфер представлены на рис. 1.

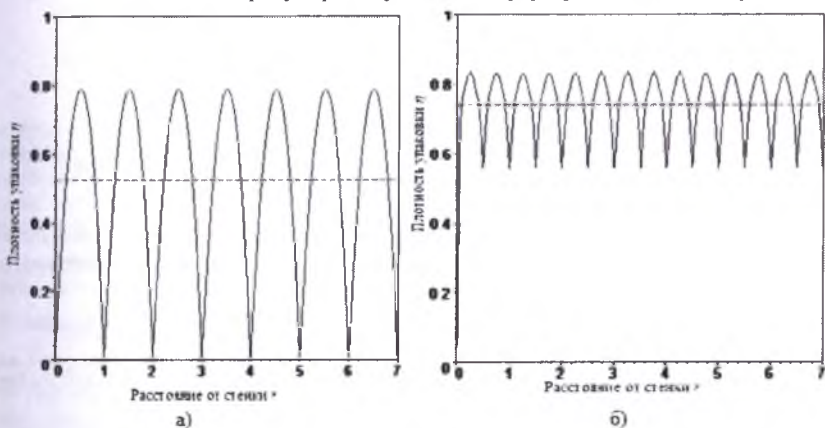


Рис. 1. Зависимость линейной плотности упаковки  $\eta$  от расстояния от стенки  $r$  для а) кубической и б) гексагональной регулярной упаковки сфер (красная штриховая линия – значение интегральной плотности упаковки)

При проведении численных экспериментов по определению структурных характеристик случайной упаковки в трехмерном пространстве было сгенерировано более 100 различных случайных упаковок. Генерации производились в области  $16 \times 16$  диаметров сфер, что позволило исследовать объем совокупности в пределах от 1500 и более частиц и получать стабильные значения линейных и интегральных плотностей упаковок.

Проведенная нами статистическая обработка полученных данных позволила установить зависимость величины пристенного всплеска линейной плотности упаковки от ширины пристенной зоны области установки. Указанная зависимость представлена на рис. 2.

Практически для всех случаев зависимость  $\eta = f(r)$  для слоев имеет форму флуктуирующей вблизи центра области установки синусоиды. При этом

вблизи стенки области установки во всех случаях наблюдается существенное падение линейной плотности упаковки.

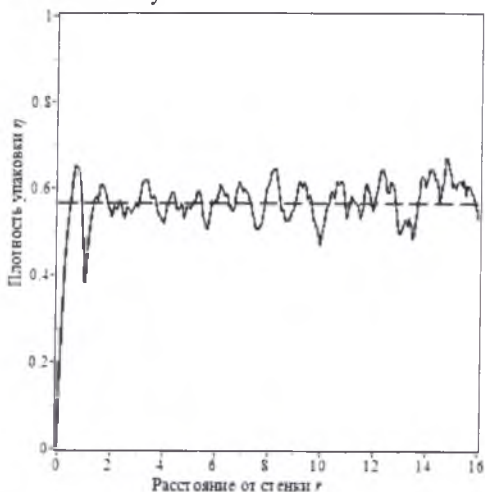


Рис. 2. Зависимость линейной плотности упаковки  $\eta$  от расстояния от стенки  $r$  (в диаметрах частиц) для случайной упаковки сфер

Полученная зависимость  $\eta=f(r)$  позволяет определить некоторые закономерности распределения линейной плотности упаковки  $\eta$  по отдельным слоям:

1. Вблизи стенки области установки линейная плотность упаковки  $\eta$  достигает своего минимума, приближаясь к нулевому значению.
2. Первый максимум линейной плотности упаковки ( $\eta=0,66$ ) наблюдается при значении численно равном  $0,5d$ .
3. При значении  $1,0d$  отмечается минимум линейной плотности упаковки величиной несколько меньшего размера ( $\eta=0,38$ ).
4. С увеличением расстояния от стенки амплитуда зависимости  $\eta=f(r)$  поддерживается на достаточно постоянном уровне. Значение амплитуды данной зависимости также зависит и от высоты области установки.

Основываясь на полученных закономерностях можно сделать вывод о размере пристенной зоны с наиболее рыхлой укладкой, которая составляет величину порядка  $1,5d - 2,5d$ . Возможно, в случае предельной интегральной плотности упаковки ( $\eta=0,64$ ), где частицы укладываются более плотно, размер пристенной зоны может быть увеличен в несколько раз, что связано с более сильным взаимодействием частиц.

#### Список литературы

1. Antwerpena, W. A review of correlations to model the packing structure in packed beds of mono-sized spherical particles / W. Antwerpena, C.G. Toit, P.G. Rousseau // Nuclear Engineering and Design. – 2010, №240. – P. 1803-1818.

2. Roozbahani, M.M. Effect of rectangular container's sides on porosity for equal-sized sphere packing / M.M. Roozbahani, B.B.K. Huat, A. Asadi // Powder Technology. – 2012, №224. – P. 46-50.

3. Wensrich, C.M. Boundary structure in dense random packing of monosize spherical particles / C.M. Wensrich // Powder Technology. – 2012, №219. – P. 118-127.

4. Бондарева, Т.П. Моделирование случайной упаковки систем сферических частиц [Текст] / Т.П. Бондарева, В.Г. Бондарев, Л.В. Мигаль // В кн.: Материалы международного семинара «Физико-математическое моделирование систем», Воронеж, 2012. – С. 22-28.

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МОТИВАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ**

*Горячева К.Г.*

студентка Института математики, физики и информатики  
Красноярского государственного педагогического университета  
им. В.П. Астафьева,  
Россия, г. Красноярск

В статье рассмотрен мотивационный компонент научно-исследовательской деятельности студентов педагогического вуза. На основе мониторинговых исследований установлены особенности структуры и содержания мотивационной сферы научно-исследовательской деятельности студентов в процессе их профессиональной подготовки в вузе, охарактеризованы основные группы мотивов исследовательской деятельности студентов – будущих учителей.

*Ключевые слова:* мотивация, научно-исследовательская деятельность, будущий учитель математики, ФГОС ВПО.

Неотъемлемой частью профессиональной подготовки будущего учителя математики в современных условиях является, согласно ФГОС ВПО, формирование и развитие общекультурных и профессиональных компетенций, в том числе и области научно-исследовательской деятельности. Поскольку такая интегративная характеристика личности студента как компетенция предполагает наличие в своей структуре мотивационной составляющей [1], то проблема формирования положительной мотивации профессионально ориентированной исследовательской деятельности студентов – будущих учителей математики является весьма актуальной.

Формирование любой мотивации, в том числе и мотивации научно-исследовательской деятельности, не единовременный процесс. Он происходит постепенно, является следствием воздействия многих факторов. Без сформированной адекватной мотивации научно-исследовательской деятельности нельзя ожидать эффективного освоения данного вида деятельности в процессе профессиональной подготовки в вузе.

С целью выявления мотивации научно-исследовательской деятельности студентов – будущих учителей математики было проведено мониторинговое исследование среди студентов третьего курса Института математика, физики и информатики КГПУ им. В.П. Астафьева. Предложенная студентам анкета представляла собой перечень мотивов, степень значимости которых необходимо было оценить по трехбалльной шкале.