

Фрактальная конденсация на Земле и в невесомости

Научный руководитель – Лебедев Владимир Валентинович

Екимовская Анна Алексеевна

Абитуриент

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия

E-mail: any_ekimovskaya03@mail.ru

Видеоролик о работе: <https://youtu.be/IZY5K3vNgpM> Математическая задача была сформулирована после наблюдения капелек тумана и конденсата на холодных поверхностях, а также пузырьков в мыльной пене. Сразу появился вопрос о размере пузырьков или капелек. Могут ли размеры капелек быть произвольными? Почему наблюдается некоторая упорядоченность в расположении капелек конденсата? Будет ли в невесомости расположение капелек таким же, как на Земле? Ответы на эти вопросы связаны с фрактальной математикой [1]. Запотевшая за ночь полиэтиленовая плёнка было сфотографирована полупрофессиональной фотокамерой Nikon D3100 для получения снимка с самым большим разрешением 4608x3072 пикселей, минимальным сжатием 4 в системе JPEG и максимальной информативностью до 14,2 Мб. Как исходная фотография, так и увеличенный её фрагмент сразу же определили первый вопрос для исследования: «Почему капельки воды на запотевшей полиэтиленовой плёнке в основном дробятся в треугольниках, вписываясь в них?» Сразу после начала исследования задача перешла в область математики, связанную с фракталами, потому что была замечена закономерность в уменьшении размеров пузырьков [1,2]. Применение теории фракталов позволило математически обосновать наблюдаемую закономерность расположения капелек в конденсате на холодной поверхности, связанную с капиллярностью и поверхностным натяжением, которые изучал Д.И. Менделеев [1,3]. Получены результаты, связанные с фрактальными последовательностями окружностей, вписанных в многоугольники. Получена общая формула заполнения правильных многоугольников фрактальными кругами с уменьшением размеров фрактальных окружностей при решении задач [4,5,6]. Задача 1. Правильный треугольник с фрактальными кругами. Вычислить отношение площадей вписанных в правильный треугольник фрактальных кругов к площади треугольника. Определено отношение площадей всех вписанных в треугольник фрактальных кругов к площади этого треугольника. Лемма 1. Коэффициент подобия окружностей, вписанных в угол. Был определён коэффициент подобия двух касающихся друг друга окружностей, вписанных в угол, считая меньшую окружность подобную большей. Задача 2. Квадрат с фрактальными кругами. Вычислить отношение площадей вписанных в квадрат фрактальных кругов к площади квадрата. Определено отношение площади всех фрактальных кругов в квадрате к площади квадрата. Получилось, что в квадрате очень мало площади приходится на фрактальные круги второго и более высокого уровней, для них «просто нет места», тогда как в правильном треугольнике такое место для фрактальных кругов второго уровня было. Задача 3. Правильный n -угольник с фрактальными кругами. Вычислить отношение площадей вписанных в правильный n -угольник фрактальных кругов к площади правильного n -угольника. Определено отношение общей площади всех фрактальных кругов к площади правильного n -угольника. Проверено соответствие общей формулы частному случаю правильного треугольника. При $n=3$ получаем уже известный результат. Общая формула, полученная в результате решения Задачи 3, привела к тому же самому результату, что и

частная формула при решении Задачи 1. Выводы. 1. Получена общая формула отношения площади кругов, как сходящейся геометрической прогрессии, к площади правильного многоугольника. 2. Фрактальные круги в правильных треугольниках наиболее часто и в основном встречаются в природе из-за наиболее медленного убывания геометрической прогрессии, а потому медленного роста в них давления от поверхностного натяжения. 3. В невесомости следует ожидать повторения выявленных закономерностей конденсации для смачиваемых поверхностей, что практически важно для капиллярных насосов космических аппаратов.

Источники и литература

- 1) Кириллов А.А. Повесть о двух фракталах. — Летняя школа «Современная математика». — Дубна, 2007. — Электронный ресурс: <https://www.mccme.ru/dubna/2007/notes/kirillov-preprint.pdf>
- 2) Поверхностное натяжение / Физический энциклопедический словарь. Гл. ред. А.М.Прохоров. Ред. кол. Д.М.Алексеев и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1983. — 928 с., ил. — С.551-552.
- 3) Площадь правильного многоугольника. Электронный ресурс: <https://www.resolventa.ru/spr/planimetry/regular.htm#reg1>
- 4) Екимовская А.А. Фрактальное заполнение правильного треугольника кругами / П99 V Музруковские чтения: Материалы Международной научно-практической конференции, 3-4 октября 2019 г. ГБПОУ СПТ им. Б.Г.Музрукова, отв. за выпуск И.В.Столяров. — Саров: Интерконтакт, 2019. — 271 с. — ISBN 978-5-6043096-4-3. — УДК 016. — ББК 22+3+5+36+63+66+74+80. — П99. — С.103-105.- Второе место, серебряная медаль.
- 5) Екимовская А.А. Фрактальная модель конденсата / 13-й Всероссийский форум студентов аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах 2019», Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, 22-25 октября 2019 г. — <http://www.semicond.ru/siforum2019/accepted.pdf>
- 6) Екимовская А.А., Лебедев В.В. Фрактальная конденсация / Международная инновационная конференция молодых учёных и студентов по современным проблемам машиноведения МИКМУС-2019. — Институт Машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук, 4-6 декабря 2019 г.