

# Homework 2, Bochkarev Mikhail, problem 2

## 1 Условие задачи

Напишите класс для моделирования экологической системы океана, в котором обитают хищники и жертвы (добыча). Океан представляется двумерным массивом ячеек. В ячейке может находиться либо хищник, либо добыча, либо препятствие; также ячейка может быть пустой. В каждый квант времени ячейки последовательно обрабатываются. Хищник может съесть соседнюю добычу или просто переместиться на свободную клетку; добыча также может переместиться на свободную клетку. Если в течение определенного времени хищник ничего не съел, то он погибает. Через определенные интервалы времени добыча и хищники размножаются (если рядом есть свободная клетка). При этом потомок занимает эту свободную клетку. Моделирование заканчивается либо когда пройдет определенное число итераций, либо когда погибнут все хищники или вся добыча.

Проверьте на этой модели гипотезу о цикличности популяций хищников и жертв (скорее всего она должна выполняться). Для этого необходимо построить графики зависимости количества хищников и жертв от времени и проверить, становится ли этот график периодическим (но не константным) с какого-то момента. Предусмотрите также возможность просмотра процесса моделирования в консольном режиме для океана небольшого размера. При написании решения разрешено пользоваться только стандартной библиотекой. Для анализа результатов можно пользоваться любыми инструментами (рекомендуемый вариант: *NumPy*, *SciPy*, *Matplotlib*, *Pandas*).

## 2 Особенности решения.

Я немножко вольно проинтерпретировал условия задачи. Каждую вольность, кажется, легко исправить, переписав соответствующий ей метод или переприсвоив член класса. Поэтому я оставляю код как есть, и лишь задокументирую здесь отличия от исходной формулировки.

В моей реализации океан считается торическим пространством (все координаты берутся по модулю размера океана) с одинаковыми сторонами `ocean_size`, и все существа «ходят» как шахматные кони (более строго, сумма координат перемещения равна 5) и едят по тем же правилам «на взятии». Размножение происходит по прежнему только в соседнюю клетку.

Двумерность океана является поправимой (определяется глобальной константой в самом верху). Графический вывод происходит не в консоль, а в файл (`<< output.txt >>`).

Порядок действия существ определяется не пробегом по клеткам океана, а по раундам. В каждом раунде действуют все существа в порядке их появления в океане. Таким образом каждое существо действует не более одного раза за раунд (и менее одного, если его съели).

Для устранения скачков в графиках популяции (некрасиво при малых `ocean_size`), при рождении нового существа ему уменьшается величина срока до первого размножения (случайно с коэффициентом от 0 до 1/3). Далее существо размножается строго периодически. Если размножение не удалось из-за отсутствия места рядом с существом, то таймер размножения все равно сбрасывается.

Период размножения добычи равен 10, размножения и (голодной) жизни хищников равны 60 и 15 раундов. Изначально океан заселяется `ocean_size`<sup>1.5</sup> экземплярами добычи и `ocean_size` хищниками (подогнано эмпирически для примерного попадания в стационарный цикл).

### Параметры запуска программы:

```
--size ocean_size --iter iteration_number (--ascii output_filename = "output.txt") (--plot)
```

Первые два аргумента отвечают за размер океана и количество итераций, третий — за вывод *ascii* в файл, четвертый за рисование графиков (с использованием `numpy` и `matplotlib`)

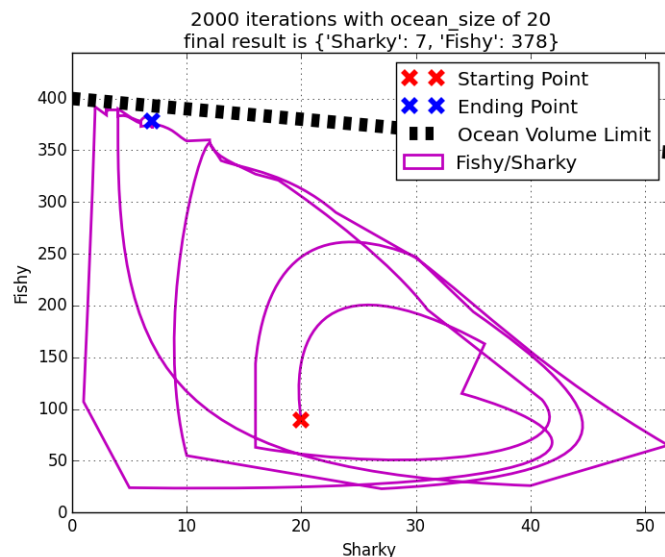
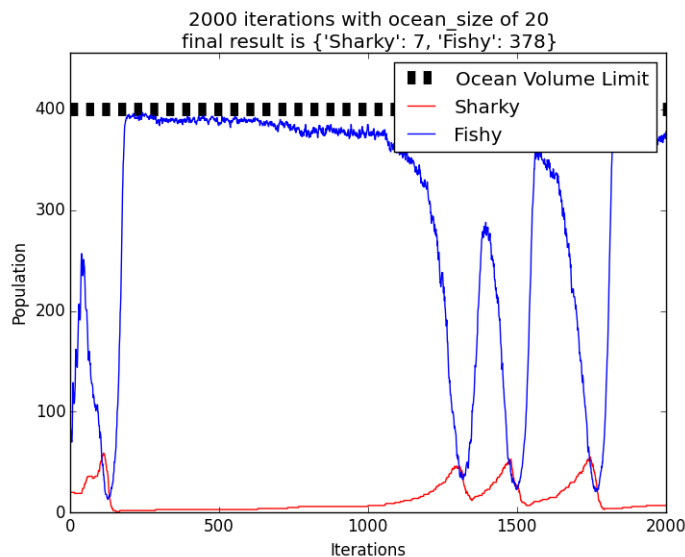


Рис. 1: Experiment for ocean\_size = 20

20 plot

### 3 Отчет о цикличности

При малых значениях ocean\_size ( $\lesssim 15$ ) популяция довольно часто вырождается — т.е. либо умирают все хищники (и океан полностью заполняется добычей), либо умирает вся добыча.

Условно, можно выделить 3 различных фазовых состояния системы:

- Популяции обоих видов малы. Без особого давления со стороны хищников популяция добычи быстро растет и почти достигает максимума вместимости океана.
- Популяция хищников начинает расти, популяция добычи падает.
- В графике популяции хищников происходит излом — их количество резко меняет направление движения, а добыча продолжает убывать.

По окончании третьей фазы с ненулевой вероятностью происходит вырождение популяции.

Даже если стационарный цикл существует, случайные отклонения могут сильно влиять на продолжительность первой фазы: вторая фаза может начаться до достижения популяции добычи «типичных» значений, либо может вовсе очень долго не начинаться (см. ??).

Ниже (и отчасти, выше) представлены графики популяций с течением времени и фазовый портрет популяций для размеров океана 20, 30 и 40.

Видно, что с увеличением размера цикл становится более стабильным, более периодичным, и отходит дальше как от нижних нулевых порогов популяций, так и от верхнего порога максимального заполнения океана.

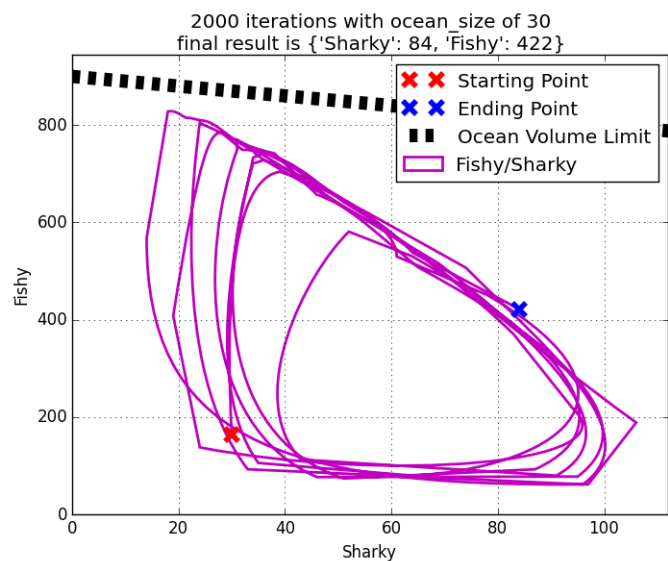
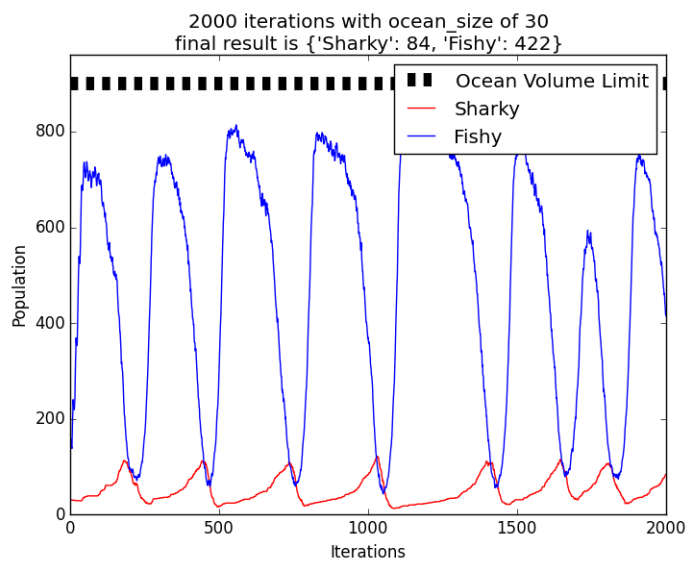


Рис. 2: Experiment for ocean\_size = 30

30 plot

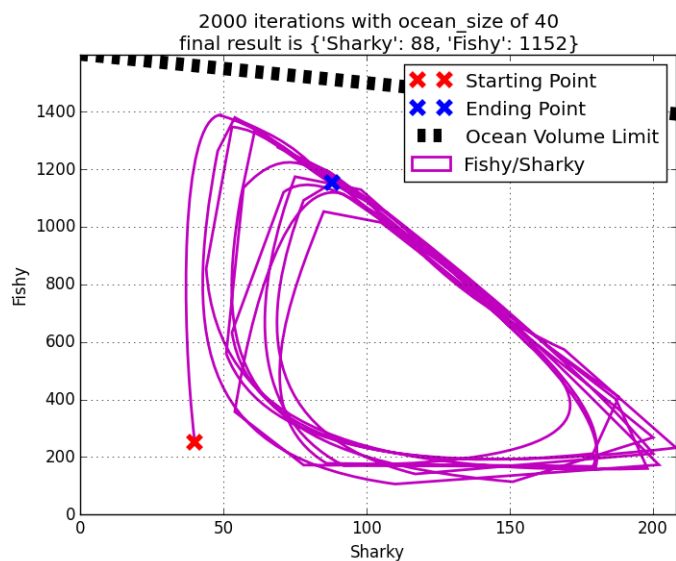
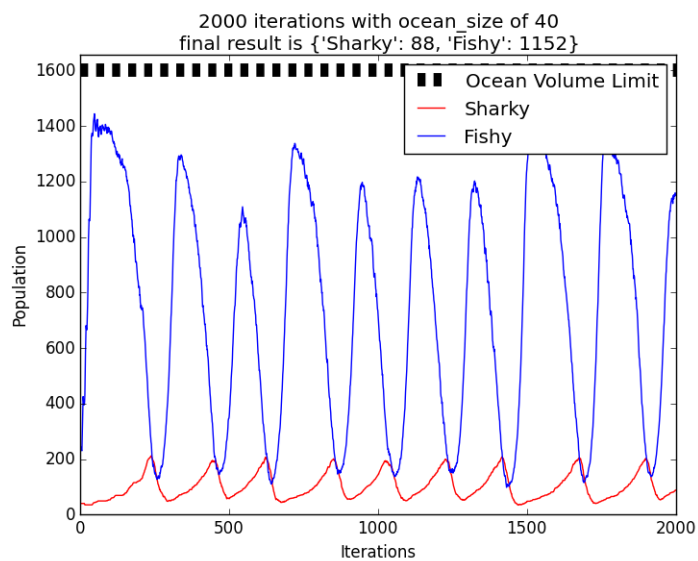


Рис. 3: Experiment for ocean\_size = 40

40 plot