

самообучении с помощью нейронной сети, сможет реализовывать данную стратегию.

На данном этапе исследования ведется разработка модели функции оценки, по которой будет обучаться нейронная сеть, а также разработка логов игры, из которых нейронная сеть должна будет получать информацию о ходе игры.

Следующим этапом работы планируется выполнить экспертную оценку действий нейронной сети. После выполнения экспертной оценки – анализ действий нейронной сети в практических партиях, а также выявление наиболее выгодных моделей поведения, «открытых» при помощи нейронной сети.

Библиографический список

1. Deep Reinforcement Learning from Self-Play in Imperfect-Information Games // <https://arxiv.org/pdf/1603.01121.pdf>.
2. Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm // <https://arxiv.org/pdf/1712.01815.pdf>.
3. Нейросеть победила сильнейшую шахматную программу. // <https://masterok.livejournal.com/4091961.html>.

УДК 51-76

Анализ пространственно-временного распределения хлорофилла «а» в Беринговом море на основе спутниковых данных

Е.А. Колбина^{1,2}, А.И. Абакумов¹

¹*ФГБУН Институт автоматики и процессов управления*

ДВО РАН, г. Владивосток,

²*ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», г. Владивосток, Россия*

С появлением спутникового мониторинга начался качественно новый этап в изучении распределения хлорофилла «а» в Мировом океане, обеспечивающего дистанционное зондирование поверхностных вод. Для наблюдения фитопланктона (точнее «хлорофилла-а») и его пространственного распределения из космоса разработаны специальные датчики – сканеры цвета моря. Цель нашей работы – изучение закономерностей пространственно-временного распределения хлорофилла «а» в Беринговом море и его районах.

Для исследования выбран район, ограниченный координатами 45° – 75° с.ш., 160° в.д.– 155° з.д. В этот район входит Берингово море (рисунок 1). Берингово море богато питательными веществами для фитопланктона, вся пищевая цепочка достаточно биологически разнообразна, отдельные районы моря обильны разными видами рыб. Выбран открытый район, позволяющий проанализировать закономерности формирования нижних трофических уровней морской экосистемы.

Из спутниковых данных используются концентрация хлорофилла, температура и освещенность на поверхности. Обработаны данные мая 2014 г. Размер пространственной ячейки (точки) – 4×4 км, временной интервал – 1 сут.

Построены усреднения спутниковых характеристик по пространству (поверхности моря, рисунок 2) и времени. Если усреднения по пространству обладают малой вариабельностью по времени, то усреднения по времени высокодинамичны в зависимости от пространственных координат.

Проведено районирование Берингова моря (рисунок 1). Выделены следующие районы:

I. Анадырский и Олюторский заливы. От м. Олюторского до мыса Чукотского и по Северный полярный круг. Район, ограниченный координатами 60° – $66,5622^{\circ}$ с.ш., 170° в.д.– 173° з.д.

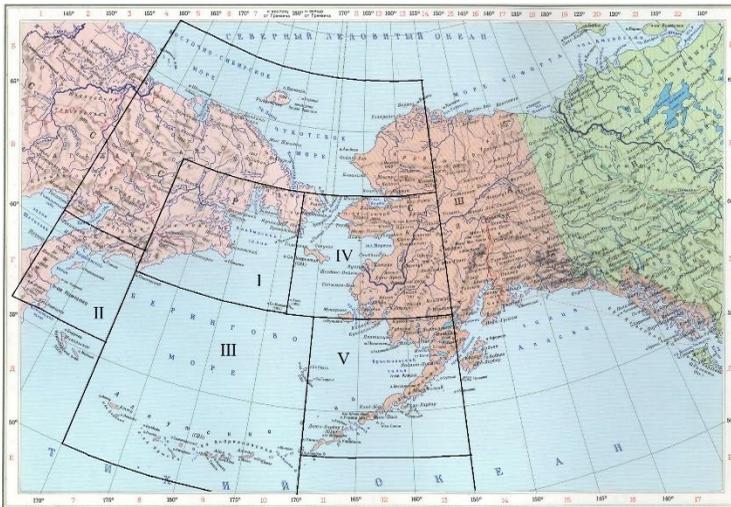


Рисунок 1 – Бассейн Берингова моря

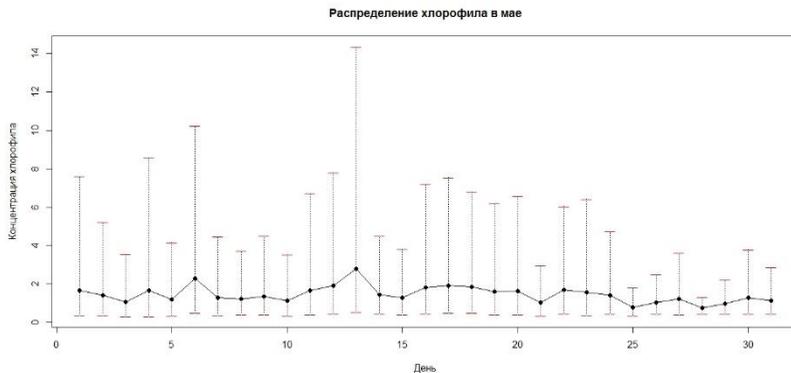


Рисунок 2 – Усреднение спутниковых характеристик по пространству.
Распределение хлорофилла а, $\text{мг}/\text{м}^3$

II. Карагинский залив. От м. Камчатский до м. Олюторского. Район, ограниченный координатами 56° - $60,7^{\circ}$ с.ш., $161,8^{\circ}$ в.д.- 170° в.д.

III. Открытое море. Район, ограниченный координатами 50° - 60° с.ш., 170° в.д.- 170° з.д.

IV. Залив Нортон. Район, ограниченный координатами 60° - $66,56^{\circ}$ с.ш., 173° з.д.- 160° з.д.

V. Бристольский залив. Район, ограниченный координатами $52,5^{\circ}$ - 60° с.ш., 170° з.д.- 155° з.д.

Построены сравнительные усреднённые спутниковые характеристики по пространству (поверхности моря, рисунок 3) на этих районах.

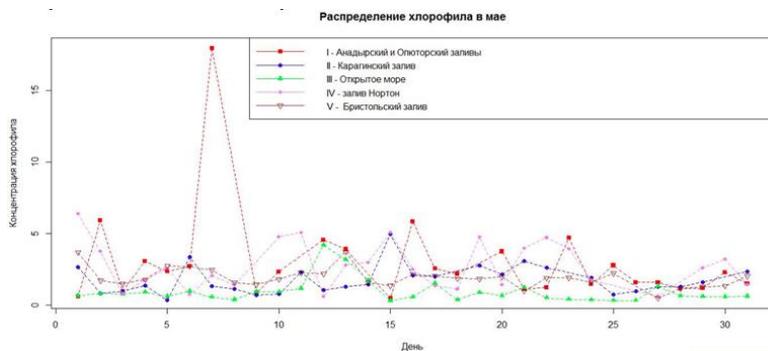


Рисунок 3 – Усреднение спутниковых характеристик по пространству по районам. Распределение хлорофилла «а», $\text{мг}/\text{м}^3$

Для района Карагинского залива построены усреднения спутниковых характеристик по пространству за 2018 г (рисунок 4), кроме того построены сравнительные характеристики за май в 2014 и 2018 гг. (рисунок 5) и проведено сравнение распределения хлорофилла и температуры на поверхности моря в мае 2018 г. (рисунок 6).

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-01-00213.

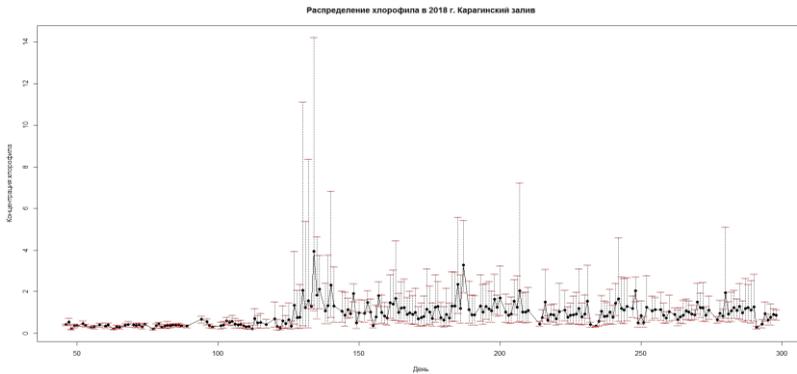


Рисунок 4 – Усреднение спутниковых характеристик по пространству в 2018 г. Распределение хлорофилла а, $\text{мг}/\text{м}^3$

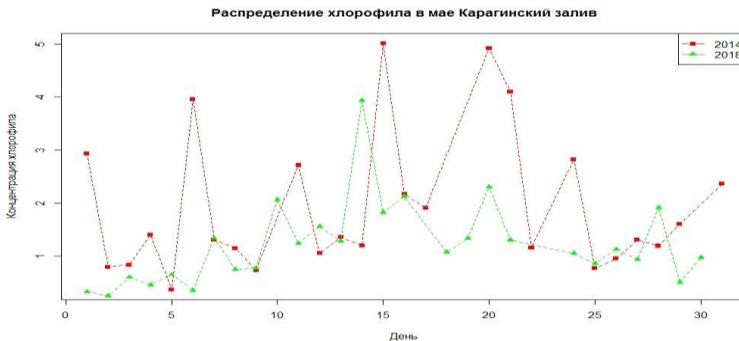


Рисунок 5 – Усреднение спутниковых характеристик по пространству. Распределение хлорофилла «а», $\text{мг}/\text{м}^3$

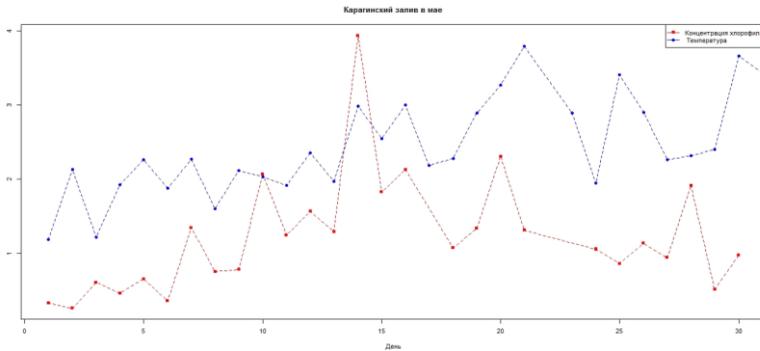


Рисунок 6 – Усреднение спутниковых характеристик по пространству

УДК 004

Практические проблемы реализации алгоритма многомерного анфолдинга для предельно малого множества целей

М.И. Коленко, С.В. Дронов
АлтГУ, г. Барнаул

При работе со статистическими данными нередко возникает проблема их визуализации. При этом данные далеко не всегда имеют числовой характер. Визуализация поможет намного проще воспринимать большие объёмы данных или, к примеру, оценить степень различия изучаемых объектов.

Визуализировать данные просто, если они не более, чем трехмерные. В случае же большего числа измерений одним из самым часто применяемых подходов служит метод перехода от «физических координат» объектов к матрице попарных расстояний или различий между ними. Эта матрица может задаваться и непосредственно, минуя этап многомерного пространства, просто оценением попарных расстояний. Далее ставится задача построения изображения скажем, так, чтобы элементы матрицы различий были бы искажены как можно меньше.

Наверное, самым известным методом визуализации в этом случае является метод многомерного шкалирования, см. [1]. При решении задач визуализации модели с неполной матрицей различий исполь-