

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра анализа данных и искусственного интеллекта

Допустить к защите
заведующий кафедрой
д-р тех. наук, доцент
А.В. Коваленко
_____ 2022г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА АЗОВСКОГО МОРЯ

Работу выполнил(а) _____ Ю.А. Личман

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике

Научный руководитель
канд. пед. наук, доцент _____ В. А. Акиншина

Нормоконтролер
канд. физ.-мат. наук, доцент _____ Г.В. Калайдина

Краснодар
2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 52 с., 2 ч., 38 рис., 20 источников, 1 приложение.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ЭКОЛОГИЯ, АЗОВСКОЕ МОРЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Объектами исследования являются временные ряды, нейронные сети и фитопланктон Азовского моря.

Целью работы является разработка приложения для прогнозирования численности и биомассы фитопланктона Азовского моря.

Были поставлены следующие задачи:

- подготовить исходные данные;
- изучить классификацию нейронных сетей, их типы, возможности обучения;
- разработать прогностические модели:
 - на основе нейронных сетей;
 - на основе временных рядов;
 - на основе статистических методов;
- провести сравнительный анализ эффективности работы моделей;
- провести импорт исходных данных в проиндексированный массив DataFrame;
- провести тестирование разработанного приложения.

В результате выполнения данной работы были изучены теоретические основы временных рядов и построения нейронных сетей, были разработаны прогностические модели, проведён их сравнительный анализ, а также разработано приложение для прогнозирования численности и биомассы фитопланктона Азовского моря.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Теоретические основы.....	5
1.1 Временные ряды.....	6
1.2 Линейная множественная регрессия.....	7
1.3 Нейронные сети.....	8
2 Обзор программных средств для реализации поставленной задачи.....	11
2.1 Практическая реализация.....	14
2.2 Интерфейс.....	26
2.3 Результаты.....	31
Заключение.....	36
Список использованных источников.....	37
Приложение А.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Ситуация с экологией в мире ухудшается с каждым днем, поэтому нам важно отслеживать каждое звено цепи в этом большом механизме, даже такой маленькой формой жизни, как микроорганизмы, поэтому объектом исследования является численность и биомасса фитопланктона Азовского моря периода с 2005 года по 2017, а цель работы: разработать приложение, функционирующего на основе нейронной сети, для прогнозирования численности и биомассы фитопланктона Азовского моря.

Фитопланктон является одной из первоначальных элементов цепочки питания, после его поедает уже зоопланктон, что является источником питания рыб и водоплавающих млекопитающих.

Для прогнозирования численности можно использовать различные инструменты и в продолжении своей курсовой работы хотелось бы сравнить модели, построенные с помощью различных методов математической статистики, с прогнозами нейронных сетей.

1 Теоретические основы

Многочисленные методы статистического анализа вышли за пределы классической математической статистики. Поэтому, достаточно обосновано, отделяют прикладную статистику от математической.

Прикладная статистика – методическая дисциплина, являющаяся центром, идейным ядром статистики. Внутри прикладной статистики акцентируют задачи отображения данных, оценивания и проверки гипотез. Прикладная статистика нацелена на решение реальных задач. Поэтому в ней возникают свежие постановки математических задач анализа статистических данных, формируются и обосновываются новые методы. Аргументация часто прокладывается математическими методами, то есть путём подтверждения теорем. Огромную значимость играет методологический элемент – как именно назначать задачи, какие предположения зачислить с целью последующего математического изучения. Крупная роль нынешних информационных технологий, в частности, компьютерного эксперимента.

Математическая статистика – раздел математики, исследующий методы регистрации, описания и анализа данных наблюдений и опытов с целью построения вероятностных моделей многочисленных беспорядочных явлений.

Нейронные же сети следующий шаг человеческого развития, к развитию и совершенствованию, это развитие привело нас к технологическому прогрессу. Технологии развиваются же с потребностями человечества в целом и человека в частности. Мы пытаемся переложить на технологии всё более и более сложные задачи, сейчас же человек постигает возможность создание искусственного интеллекта.

1.1 Временные ряды

Временные ряды – это актуальный инструмент, употребительный во обилье решений, от предсказания цен на акции, мониторингом погоды, планирования бизнеса, до распределения ресурсов. Несмотря на то, что предсказание может быть сведено к построению регулируемой регрессии, имеются особенности, связанные с скоротечным характером наблюдений, которые надо учитывать, используя особые инструменты.

Временной ряд (или ряд динамики) – собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчётом. Во временном ряде для каждого отсчёта должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку [11].

Как и большинство прочих видов анализа, анализ временных рядов предполагает, что данные хранят систематическую составляющую (обычно включающую изрядно компонентов) и случайный шум (ошибку), который усложняет установление системных компонентов. Большинство способов изучения временных рядов содержит всевозможные способы фильтрации шума, позволяющие увидеть регулярную составляющую более отчетливо. Большинство систематических составляющих временных рядов принадлежит к двум классам: они являются трендом или сезонной составляющей. Тренд – это общая систематическая линейная или нелинейная компонента, которая может модифицироваться во времени. Сезонная составляющая – это повременно повторяющаяся компонента. Оба эти вида постоянных элемент зачастую есть в ряде одновременно.

Из множества методов временных рядов выбор пал на метод скользящего среднего, этот метод считается простейшим из возможных [14]

$$y_t = \frac{1}{k} \sum_{i=0}^{k-1} y_{t-i} \quad (1)$$

Но в результате вычислений метод показал свою несостоятельность, изменяясь лишь в тысячных долях.

1.2 Линейная множественная регрессия

Общий подход к решению задачи регрессионного анализа. Для нахождения и исследования уравнений регрессии необходимо найти параметры уравнений регрессии и показатели их эффективности [17].

Для оценки параметров уравнения линейной множественной регрессии:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p \quad (2)$$

применяют метод наименьших квадратов – строится система нормальных уравнений, решение которой позволяет получить оценки параметров регрессии [16]:

$$\begin{cases} \sum y = na + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_p \sum x_p, \\ \sum yx_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_2x_1 + \dots + b_p \sum x_px_1, \\ \sum yx_p = a \sum x_p + b_1 \sum x_1x_p + b_2 \sum x_2x_p + \dots + b_p \sum x_p^2 \end{cases} \quad (3)$$

Другой вид уравнения множественной регрессии – уравнение регрессии в стандартизированном масштабе:

$$t_y = \beta_1t_{x_1} + \beta_2t_{x_2} + \dots + \beta_pt_{x_p} \quad (4)$$

где β – стандартизированные коэффициенты регрессии.

1.3 Нейронные сети

Машинное обучение хранит огромный потенциал для возможностей и их реализации в настоящий момент. Машинное обучение? А что это? Машинное обучение – это специализированный способ, дающий учить компьютеры, не прибегая к программированию. частично это схоже на ход учебы младенца, который обучается свободно систематизировать объекты и события, предопределять связи меж ними. ML выявляет свежие возможности для компьютеров в решении задач, уже исполняемых человеком, и обучает компьютерную порядок синтезу четких прогнозов при вводе данных. Оно стимулирует рост потенциала искусственного интеллекта, являясь его не подменным помощником, а в представлении многих синонимом. Наконец, машинное обучение – одна из наиболее известных форм использования искусственного интеллекта нынешним бизнесом. Если фирма еще не употребляет ML, то в ближайшее время бесспорно оценит его потенциал, а ИИ будет ключевым двигателем ИТ-стратегии многих предприятий. Ведь искусственный интеллект ныне играет большую значимость в трансформации формирования ИТ-индустрии: клиенты более внимания уделяют интеллектуальным приложениям, дабы улучшить свой бизнес с помощью ИИ. Он применим к любому рабочему процессу, реализованному в программном обеспечении, – не только в рамках классической деловой части предприятий, но также в исследованиях, производственных процессах и, во все огромной степени, самих продуктах [18].

В мире, насыщенном искусственным интеллектом, машинным обучением и излишним числом бесед о них, занятно научиться осознавать и определять виды машинного обучения, с какими возможно столкнуться. Для обычного пользователя компьютера это означает представление того, как машинное обучение выражает себя в используемых ими приложениях. Для практиков, основывающих эти приложения, главное ведать виды машинного

обучения, чтобы для всякого конкретного вопроса организовать верную сферу изучения [13].

Существует несколько способов машинного обучения.

Обучение с учителем – не только самая известная парадигма машинного обучения, но и самая бесхитростная для понимания и реализации. Она очень схожа с учебой ребенка с использованием карточек. Располагая сведения в виде образцов с метками, мы можем давать алгоритму их один за другим, дожидаться прогноза и подавать обратную связь: предсказал ли он правильно или нет. Со временем алгоритм обучится придвигаться к четкому предсказанию отношений между примерами и их метками. Будучи всецело обученным, алгоритм сумеет видеть николи прежде не встречавшийся пример и предрекать правильную отметку для него. Из-за подобного расклада обучение с учителем зачастую описывается как ориентированное на задачу: алгоритм крепко сфокусирован на одной неповторимой задаче. С этим типом учебы вы обязательно столкнетесь, поскольку он представлен во многих из приложений.

Обучение без учителя полюс обучения с учителем. Тут сведения не имеют меток. Взамен сего алгоритм обретает в свое распоряжение много информации и приборов для соображения их свойств. Из-за этого он может выучиться соединять и организовывать давние исходную информацию в новую таким образом, дабы человек (или иной интеллектуальный алгоритм) сумел осознать их смысл.

Обучение без учителя занимательно тем, что подавляющее большинство информации в этом обществе не имеет меток. Наличие систем, способных вытаскивать терабайты непомеченной информации и осмысливать их, является большим источником возможной прибыли для многих отраслей.

Например, если у нас есть большущая база данных по любой, когда-нибудь известной исследовательской работе, то мы могли бы обучить алгоритм, который знал, как сгруппировать данные таким образом, чтобы мы всегда вводились в курс проходящего прогресса в определенной области

знаний. Алгоритм мог бы предлагать нам связанные занятия для цитирования или последующего изучения. С таким инструментом эффективность существенно увеличилась бы.

Обучение без учителя базируется на информации и их свойствах, мы можем смело утверждать, что оно идет от данных. Итоги обучения без учителя надзираются информацией и способом их представления.

2 Обзор программных средств для реализации поставленной задачи

Для начала работы нужно провести анализ действующих на рынке приложений и узнать их минусы и плюсы.

На первом месте выступает excel как массовая и входящая в пакет Microsoft office программа.

Минус, причем очень резонный: чем больше данных (переменных), тем сильнее сбои, что может привести к потере или повреждению их, вплоть до невозможности прочтения, так же долгая обработка запроса.

На втором месте Tableau, но у него проблемы с денежной составляющей: дорого и даже очень, поэтому подходит в большинстве своем для крупных компаний, которые могут себе это позволить, и ценообразование негибкое, то есть, отсутствует индивидуальный подход к клиентам и всем из них предлагается расширенная лицензия, хотя она может быть не особо актуальна для компании.

На третьем месте Power BI, тут уже проблемы посерьезней: Подключение к локальным источникам через персональный шлюз работает не очень хорошо. Обновление в оперативной памяти компьютера, на котором установлен PowerBI Desktop при использовании персонального шлюза, ограничивает объем данных, которые может вместить PBI, а также загружает оперативку компьютера под 100%. Несмотря на обилие визуализаций, к ним иногда возникают вопросы. Во-первых, ужасные цвета в стандартной цветовой схеме – ярко-красный, очень интенсивный цвет морской волны, обилие каких-то не токсичных оттенков. Иногда, чтобы добиться приемлемого вида, если категорий много, сидишь только над цветами по полчаса. Во-вторых, например, сглаженная линия, которую в 2 клика можно сделать в Excel, тут недоступна, что делает многие графики неприятно ломаными. Ограничения на объемы. Смешные для некоторых компаний ограничения на объемы в лицензии Pro – это еще ничего (1Гб размер отчета/файла .pbix, 10Гб размер одного источника данных)

Выбор пал на Python, чтобы самому запрограммировать нужные функции. Python – это язык компьютерного программирования, зачастую используемый для создания веб-сайтов и программного обеспечения, автоматизации решения проблем и проведения разбора данных. Python – это язык всеобщего назначения, то есть он может применяться для создания большинства всевозможных программ и не специализируется на некоторых точных проблемах. Эта универсальность, наряду с удобством для начинающих, осуществляла его одним из наиболее зачастую используемых стилей программирования на сегодняшний день [20].

Python не может существовать без библиотек, мы так же можем будем использовать их. Среди них будет xlwings, pandas, numpy, statsmodels, scipy для нейронной сети keras как tensorflow, для интерфейса PySimpleGUI, а для карт folium.

Xlwings – это библиотека для открытия и чтения файлов excel, так как наша база данных храниться в таблице, пример рисунок 1, полная же информация о базе данных находится в приложении А.

Pandas – это библиотека Python для обработки и анализа структурированных данных, её название происходит от «panel data» («панельные данные»). Панельными данными называют информацию, полученную в результате исследований и структурированную в виде таблиц. Для работы с такими массивами данных и создан Pandas [5].

Numpy – это библиотека Python, которую применяют для математических вычислений: начиная с базовых функций и заканчивая линейной алгеброй. Полное название библиотеки – Numerical Python extensions, или «Числовые расширения Python» [4].

Statsmodels – это модуль Python, который предоставляет классы и функции для оценки множества различных статистических моделей, а также для проведения статистических тестов и исследования статистических данных. Для каждого оценщика доступен обширный список результатов статистики [10]

Keras – это надстройка над библиотекой TensorFlow, которая нужна для машинного обучения. TensorFlow выполняет все низкоуровневые вычисления и преобразования и служит своеобразным движком, математическим ядром. Keras же управляет моделями, по которым проходят вычисления [3].

PySimpleGUI – предоставляет Окно Элемент, который вы используете для отображения других элементов, таких как кнопки, текст, изображения и многое другое. Эти окна могут быть сделаны модальными. Модальное окно не позволит вам взаимодействовать с любыми другими окнами в вашей программе, пока вы не выйдете на нее [6].

Преимущества библиотеки:

- не нужно никаких обратных вызовов;
- чтобы сократить объём кода, используются конструкции Python.

Например, виджет настраивается прямо на месте, в котором он должен быть, а не на расстоянии нескольких строк кода от этого места;

- зависит от одного пакета: обёртывает Tkinter и не требует установки других пакетов;

- одна и та же программа с GUI может выполняться на нескольких платформах, включая веб-браузер, без изменения исходного кода, за исключением оператора импорта;

- можно разрабатывать интерфейс для нескольких платформ ОС — Windows, Linux, Raspberry Pi и Android (PyDroid3) — с очень незначительными изменениями [15].

Видовой состав, численность и биомасса фитопланктона по станциям и горизонтам													
Участок: Темрюкско-Ахтарский лизонный участок, дата: 20.07.23.07.2012, рейс: G3, лето 2012г.													
Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³				Биомасса, мкг/м ³				
					пов.	5 м	придон.	Средняя по горизонтам	пов.	5 м	придон.	Средняя по горизонтам	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Lognova	22.00		14.00	18.00	13,823			8,796	11,310
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T. West) Grunow	0.00		1.00	0.50	0.000			31,177	15,589
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer	0.00		2.00	1.00	0.000			1,414	0,707
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcaravis (Schulze) B. G. Sundström	5.00		3.00	4.00	292,744			94,248	188,496
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschoides (Grunow) Meschikowsky	11.00		17.00	14.00	6,535			9,048	7,792
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	Thalassiosira pans Proshkina-Larenko	4.00		0.00	2.00	4,524			0.000	2,262
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Cyanobacteria	Anagnostidinema amphibium (C. Agardh ex Gomont) Stunecny, Bohunicá, J.R. Johansen & J. Komárek	10.00		0.00	5.00	12,466			0.000	6,283
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Cyanobacteria	Jaaginema voronichini (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	96.00		5.00	50.50	15,080			1,571	8,326
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Euglenozoa	Trachelomonas venusta A.C. Stokes	2.00		0.00	1.00	8,378			0.000	4,189
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Gymnodinium F. Stein, 1878	473.00		120.00	296.50	1890,840			471,239	1181,040
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Phococentrum cordatum (Ostenfeld) J.D. Dodge	0.00		2.00	1.00	0.000			3,142	1,571
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Phococentrum micans Ehrenberg	0.00		1.00	0.50	0.000			12,370	6,185
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Lognova	0.00	5.00	0.00	1.67	0.000	0.962	0.000	0.000	0,321
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T. West) Grunow	2.00	2.00	2.00	2.00	58,890	57,699	46,765	54,451	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer	60.00	48.00	24.00	44.00	42,411	33,929	16,965	31,102	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcaravis (Schulze) B. G. Sundström	0.00	1.00	2.00	1.00	0.000	88,367	78,540	55,632	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Skeletonema costatum (Greville) Cleve	0.00	0.00	2.00	0.67	0.000	0.000	15,708	6,236	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschoides (Grunow) Meschikowsky	12.00	4.00	24.00	13.33	7,540	2,513	15,080	8,378	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Thalassiosira aculeata Proshkina-Larenko	0.00	0.00	4.00	1.33	0.000	0.000	15,080	5,027	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Chlorophyta	Chlorella minutissima (Krieger) Proshkina-Larenko	6.00	24.00	0.00	10.00	7,540	15,080	0.000	7,540	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Cyanobacteria	Anagnostidinema amphibium (C. Agardh ex Gomont) Stunecny, Bohunicá, J.R. Johansen & J. Komárek	31.00	0.00	0.00	10.33	38,956	0.000	0.000	12,985	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Cyanobacteria	Chrysochloris minus (Krieger) Komárek	2.00	0.00	0.00	0.67	1,414	0.000	0.000	0,471	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Cyanobacteria	Jaaginema voronichini (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	36.00	72.00	7.00	38.33	5,655	11,310	2,199	6,388	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Euglenozoa	Trachelomonas venusta A.C. Stokes	2.00	0.00	1.00	1.00	10,179	0.000	3,665	4,615	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Euglenozoa	Trachelomonas venusta A.C. Stokes	0.00	1.00	0.00	0.33	0.000	4,189	0.000	1,396	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Miozoa	Phococentrum micans Ehrenberg	5.00	2.00	1.00	2.67	47,124	18,860	9,425	25,133	
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_3	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Lognova	24.00		48.00	36.00	10,688			21,375	16,032

Рисунок 1 – Исходная таблица данных в excel

Folium – это мощная библиотека визуализации данных в Python, которая была создана в первую очередь для того, чтобы помочь людям визуализировать гео-пространственные данных [19].

SciPy – это библиотека для языка Python, основанная на расширении NumPy, но для более глубоких и сложных научных вычислений, анализа данных и построения графиков. SciPy в основном написана на Python и частично на языках C, C++ и Fortran, поэтому отличается высокой производительностью и скоростью работы [7].

2.1 Практическая реализация

Для начала надо ввести данные для их обработки, используем библиотеку xlwings, выбираем по имени файл, делаем активный лист по номеру или по названию листа, у меня по названию, теперь выбираем ячейки, для численности будет крайняя левая верхняя ячейка и крайняя правая нижняя ячейка, но для биомассы придется соединять два куска потому что между

названиями и столбцами с нужными данными находится информация о численности. Могут возникнуть проблемы при введении всей информации так как столбцы имеют одинаковые названия, поэтому и делим на две таблицы на численность и биомассу, так же просчитывая отдельно.

Тестировалась программа на шести самых популярных (часто встречающихся) в базе видах планктона. С помощью `groupby` (рис 2), команды для группирования, выбираем самые популярные, с помощью `loc[0:5]`, срезаем первые шесть видов. Потом просто проходимся этими видами по нашей базе с помощью вот такой конструкции:

```
str1 = Vpd[Vpd['Виды'] == df.loc[0]['Виды']].reset_index(drop=True)
```

`Vpd` – это первоначальная наша таблица, а данной конструкцией мы проводим фильтрацией. `Loc[0]` – является счетчиком, а индекс показывает, что стоит первом по списку.

Сначала выбираем данные биомассы или численности (рис 2).

```
#подготовка данных к прочтению
def main(x):
    if x == 1:
        Vpd = openf.File()
    if x == 2:
        Vpd = openfbio.File()

    df = Vpd.groupby(['Виды']).size().reset_index(name='count')
    df = df.sort_values(by='count', ascending=False).reset_index(drop=True).loc[0:5]

    str1 = Vpd[Vpd['Виды'] == df.loc[0]['Виды']].reset_index(drop=True)
```

Рисунок 2 – Подготовка данных

На рисунке 3 пример кода для выбора численности, а на рисунке 4 пример кода для выбора биомассы, они на находятся в разных папках для

большей практичности. На обоих рисунках отличается только одна строчка, так как была необходимость вырезать конкретные элементы.

```
3
4 def File():
5     wb = xw.Book('63, 2005-2017.xlsx')
6     tb = wb.sheets['Виды, численность и биомасса']
7     Vp = tb.range('A5:E10110').options(pd.DataFrame, header=1, index=False).value
8     Ch = tb.range('f5:h10110').options(pd.DataFrame, header=1, index=False).value
9     Vpd = Vp.join([Ch])
10    return Vpd
11
```

Рисунок 3 – Численность

```
def File():
    wb = xw.Book('63, 2005-2017.xlsx')
    tb = wb.sheets['Виды, численность и биомасса']
    Vp = tb.range('A5:E10110').options(pd.DataFrame, header=1, index=False).value
    Ch = tb.range('j5:l10110').options(pd.DataFrame, header=1, index=False).value
    Vpd = Vp.join([Ch])
    return Vpd
```

Рисунок 4 – Биомасса

Df2 – это dataframe с двумя столбцами для данных помеченных, как x на основе двух столбцов, на поверхности и на глубине пяти метров. DataFrame – это проиндексированный многомерный массив значений, соответственно каждый столбец DataFrame, является структурой Series [12]. Dfm – это переменная для таблицы с координатами 2005 года, а dfmp, на рисунке 5 переменная для сортировки информации по году(рейсу).

```
df2 = pd.DataFrame({'пов.': strl['пов.'],
                    '5 м': strl['5 м'],
                    })
dfm = OpenMapC.g2005()
dfmp = dfm[strl['Рейс']] == dfm.loc[0]['Рейс']].reset_index(drop=True)
strl2005 = strl[strl['Рейс']] == dfm.loc[0]['Рейс']
```

Рисунок 5 – Код для создания карты

На рисунке 6 показана информация о изъятии данных с файла с координатами, потом информация переносится для сортировки и группировки по году, что показано на рисунке 7, команда `drop_duplicates` требуется для того, чтобы удалить дубликаты в списке номеров станций, проделываем это в обеих группах.

```
3
4 def File():
5     wb = xw.Book('Данные с координатами.xlsx')
6     tb = wb.sheets['Лист2']
7     Vp = tb.range('A3:M1387').options(pd.DataFrame, header=1, index=False).value
8     return Vp
9
```

Рисунок 6 – Файл данных с координатами

```
11
12 def g2005():
13     dfm = File()
14     df2005 = dfm[dfm['Рейс'] == dfm.loc[59]['Рейс']].reset_index(drop=True)
15     df2005 = df2005.drop_duplicates(subset=['Номер']).reset_index(drop=True)
16
17     return df2005
18
19 def g2017():
20     dfm = File()
21     df2017 = dfm[dfm['Рейс'] == dfm.loc[1380]['Рейс']].reset_index(drop=True)
22     df2017 = df2017.drop_duplicates(subset=['Номер']).reset_index(drop=True)
23
24     return df2017
25
```

Рисунок 7 – Разрез по году

Из рисунка восемь можно увидеть, как мы передаем данные для построения карты за 2005 год, вызывая функцию отображенной на рисунке 8.

```
Mfil.Mapp(dfmp, str12005)
```

Рисунок 8 – Код вызова функции карты за 2005 год

На рисунке 9 показан код создания карты. В переменные `lat` мы передаем широту, в `lon` – долготу, `elevation` же номера станций. `У` служит нам переменной, которую мы хотим разделить на уровни по цвету.

В `map` задаем начальное значение, в `location` записываем примерные точки Азовского моря, `zoom_start` приближение к этой точки и в `titles` указываем вид карты.

В цикле `for` мы перебираем значение из наших переменных и ставим маркеры на точки долготы и широты, помечая их цветом.

`folium.map.Marker(location = None , popup = None , tooltip = None , icon = None , draggable = False , ** kwargs)`. Параметры: `location` (кортеж или список) – широта и долгота маркера (север, восток), `popup` (string or `folium.Popup`, default `None`) – метка для маркера; либо экранированная строка HTML для инициализации `folium.Popup`, либо экземпляр `folium.Popup`, `tooltip` (str or `folium.Tooltip`, default `None`) – отображать текст при наведении курсора на объект, `icon` (`Icon plugin`) – плагин иконки, используемый для рендеринга маркера, `draggable` (bool, default `False`) – установите значение `True`, чтобы иметь возможность перетаскивать маркер по карте [1].

```
20 def Mapp(x, y):
21
22     lat = x['Широта 2']
23     lon = x['Долгота 2']
24     elevation = x['Номер']
25
26     y1 = pd.DataFrame({'y': y['придон.']})
27     y2 = y1['y']
28
29
30     map = folium.Map(location=[45.3754, 37.37531944], zoom_start = 8, tiles = "Stamen Terrain")
31
32     for lat, lon, elevation, y2 in zip(lat, lon, elevation, y2):
33         folium.Marker(location=[lat, lon], popup=str(elevation), icon=folium.Icon(color = color_change(y2))).add_to(map)
34
35     map.save("map2005.html")
36
```

Рисунок 9 – Функция построение карты

Чтобы разделить данные по уровням с определенным цветом, нужна функция `color_change()`, что видно из рисунка 10.

```
def color_change(e1):  
    if (e1>=1000):  
        return('green')  
    elif (1000>e1>=200):  
        return('orange')  
    elif (200>e1>=50):  
        return('red')  
    elif (50>e1>0.1):  
        return('darkred')  
    else:  
        return('gray')
```

Рисунок 10 – Смена цвета

Переменная `e1` информация о планктоне, больше или равно тысячи будут помечаться зеленым цветом, больше или равно двухсот, но меньше тысячи будут оранжевым, более лучшее положение у точек с пометкой красного цвета, меньше двухсот или больше, или равно пятидесяти. Более неясное положение у точек с багровой или серой отметкой, в первом случае возможно ещё изменить ситуацию, во-втором случае точка полностью необитаема на придонной глубине, что говорит об отсутствии жизни на почти что смертельном для планктона уровне. Чем больше на дне планктона, тем больше вероятность его вымирания.

X – создание цепочки данных по двум спискам поверхностное и на пяти метрах. Y – так же преобразование данных для предсказания, на рисунке 11 показывается изменение под массивы `numpy`.

```

52
53
54
55
x = [strl['пов.'].to_numpy(), strl['5 м'].to_numpy()]
y = strl['придон.'].to_numpy()

```

Рисунок 11 – подготовка данных

Curve_fit() – функция располагающаяся на рисунке 12 описанная нелинейный метода наименьших квадратов, нужна для подбора переменных для функцию f к данным [8]. Наше уравнение описывается на рисунке 13.

```

55
56
57
popt, pcov = curve_fit(function_calc, x, y)

```

Рисунок 12 – создание статистической модели

```

16
17
18
19
def function_calc(x, a, b, c):
    return a + b*x[0] + c*x[1]

```

Рисунок 13 – уравнение для подгонки решения

a, b и c – свободный коэффициент, X1 и X2 – зависимые переменные, y – требуемая (предсказываемая) переменная здесь не показывается, но она возвращается в качестве ответа, так как мы передаем список переменных, то получаем в ответ список, но меньше. У нас получаются матрица p_{cov}= [[2.15795308e+03 -5.74808318e-01 -4.03627455e-01], [-5.74808318e-01 1.82593276e-03 -1.67289359e-03], [-4.03627455e-01 -1.67289359e-03 2.52735001e-03]] и нужные нам свободные коэффициенты popt= [116.4813449 0.22918987 0.28778659].

Переменная y_{NN} на рисунке 14 является переменная для нейронных сетей и вызывает соответствующую функцию, предоставленную на рисунке 15.

```

57
58     yNN = NN.nn(df2, str1['придон.'])
59     yST = function_calc(x, port[0], port[1], port[2])
60

```

Рисунок 14 – Предсказанные переменные

```

5  def nn(x1, y):
6      N_INPUT_DIM = 2
7      N_NEURONS1 = 150
8      N_OUTPUT = 1
9      BATCH_SIZE = 16
10     EPOCHS = 30
11
12     x = np.array(x1)
13     y = np.array(y)
14
15     n = len(x)
16     pct20 = round(n * 80 / 100)
17
18     x_train = x[:pct20]
19     y_train = y[:pct20]
20     x_test = x[pct20:]
21     y_test = y[pct20:]
22
23     model = keras.Sequential()
24     model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
25     model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
26     model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
27
28     model.add(layers.Dense(N_OUTPUT, activation='sigmoid'))
29
30     #model.compile(optimizer='Adadelta', loss='mse', metrics=['accuracy'])
31     model.compile(optimizer='Adadelta', loss='binary_crossentropy', metrics='binary_accuracy')
32
33
34     model.fit(x_train, y_train, BATCH_SIZE, EPOCHS, validation_split=0.2)
35
36
37     t = model.evaluate(x_test, y_test)
38
39
40     p = model.predict(x)
41     return(p)

```

Рисунок 15 – Функция нейронной сети

Переменная N_INPUT_DIM говорит о двух входящих данных, N_NEURONS1 – количество нейронов, входящих в сеть, N_OUTPUT количество выходящих переменных, BATCH_SIZE – пакет с переменными по шестнадцать штук в каждом, EPOCHS – эпохи которые перебирают

информацию, все эти переменные с их значениями представлены на рисунке 16.

```
5 def nn(x1, y):  
6     N_INPUT_DIM = 2  
7     N_NEURONS1 = 150  
8     N_OUTPUT = 1  
9     BATCH_SIZE = 16  
10    EPOCHS = 30
```

Рисунок 16 – Переменные используемые в функции

X – переменная входящая, а Y – выходящая переменная представленные на рисунке 17, нужны для передачи в нейронную сеть.

```
12 x = np.array(x1)  
13 y = np.array(y)  
14
```

Рисунок 17 – Переменные для обработки

```
15 n = len(x)  
16 pct20 = round(n * 80 / 100)  
17  
18 x_train = x[:pct20]  
19 y_train = y[:pct20]  
20 x_test = x[pct20:]  
21 y_test = y[pct20:]
```

Рисунок 18 – Переменные для теста и работы

y_train, x_train – переменные для обучения нейронной сети, а x_test, y_test для проверки. N – длина переменных, а pct20 – процент который нужно обработать для тренировки, и эти данные переданы переменным для обучения (рис 18).

На рисунке 19 показан полный код нейронной сети с тремя её слоями, после увеличения слоев проблема с потерями претерпела изменения.

```

23 model = keras.Sequential()
24 model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
25 model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
26 model.add(layers.Dense(N_NEURONS1, activation='relu', input_dim=N_INPUT_DIM))
27
28 model.add(layers.Dense(N_OUTPUT, activation='sigmoid'))
29
30 #model.compile(optimizer='Adadelta', loss='mse', metrics=['accuracy'])
31 model.compile(optimizer='Adadelta', loss='binary_crossentropy', metrics='binary_accuracy')
32
33
34 model.fit(x_train, y_train, BATCH_SIZE, EPOCHS, validation_split=0.2)
35

```

Рисунок 19 – Модель нейронной сети

`Model.add()` – модель должна знать, какую размерность данных ожидать на входе. В связи с этим, первый слой модели `Sequential` (и только первый, поскольку последующие слои производят автоматический расчет размерности) должен получать информацию о размерности входных данных.

Есть несколько способов сделать это:

- передать аргумент `input_shape` первому слою (кортеж целых чисел или значений `None`, указывающих, что ожидается любое положительное целое число). Размер пакета (`batch_size`) в `input_shape` не включен.
- некоторые 2D-слои (такие как `Dense`) поддерживают спецификацию размерности входных данных через аргумент `input_dim`. А некоторые 3D-слои поддерживают аргументы `input_dim` и `input_length`.
- если вам когда-нибудь понадобится указать фиксированный размер пакета данных (`batch_size`) (это может быть полезно для рекуррентных сетей с сохранением данных), вы можете передать аргумент `batch_size` слою. Если вы передадите оба параметра `batch_size=32` и `input_shape=(6, 8)`, то модель будет ожидать, что каждый пакет входных данных будет иметь размерность (32, 6, 8)[9].

Обучение происходит в `model.fit()` и обучается на `numpy`-массивах, содержащих наборы исходных данных и метки (рис 20).

```

74     Mfil2017.Мapp(dfm, strL2017)
75     Mfil2017ST.Мapp(dfm, yS, strL2017)
76     NNmap.Мapp(dfm, yN)

```

Рисунок 20 – Карты по предсказанным переменным

От кода, который был представлен на рисунке 9 отличается не сильно, отличается лишь представленной переменной.

Код на рисунке 21 показывает построение графиков.

```

78     plt.title(strL.loc[0]['Виды'])
79     plt.plot(strL['Дата'], strL['придон.'], label = 'целевая')
80     plt.plot(strL['Дата'], yST, label = 'статистика')
81     plt.plot(strL['Дата'], yNN, label = 'нейронка')
82     plt.legend()
83     plt.show()

```

Рисунок 21 – Создание графиков

Title() – показывает название фитопланктона над которым производится анализ. Plot() – строит график, а так как мы строим несколько графиков, а в label мы показываем название той или иной функции.

Legend() отображает все эти легенды на графике, а show() показывает построенные графики нам на рисунках 22 и 23.

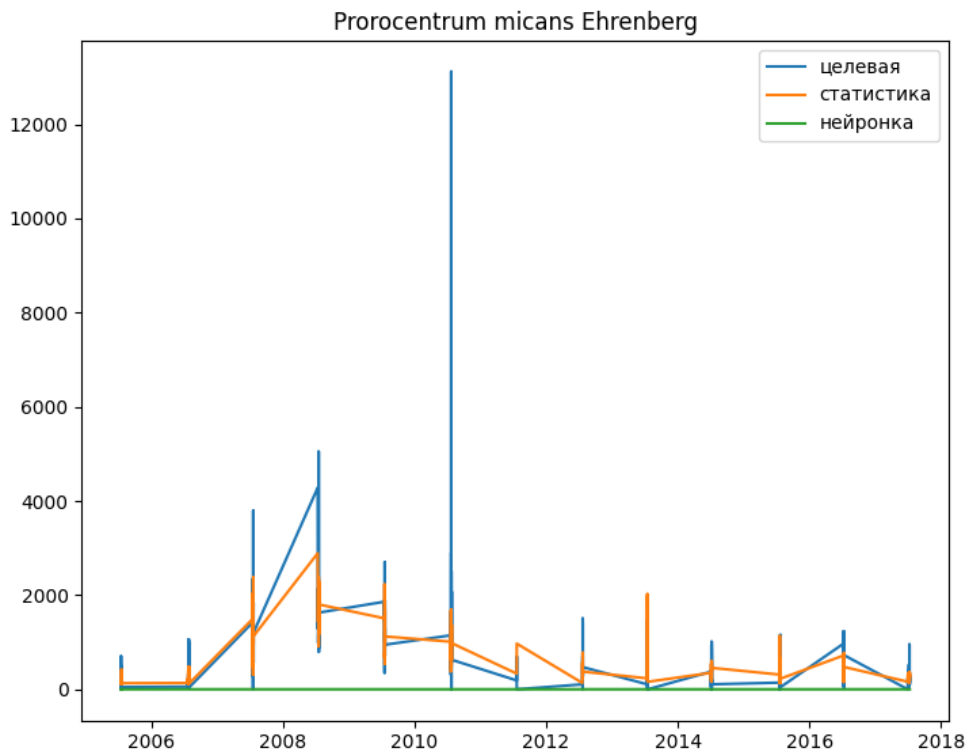


Рисунок 22 – График биомассы

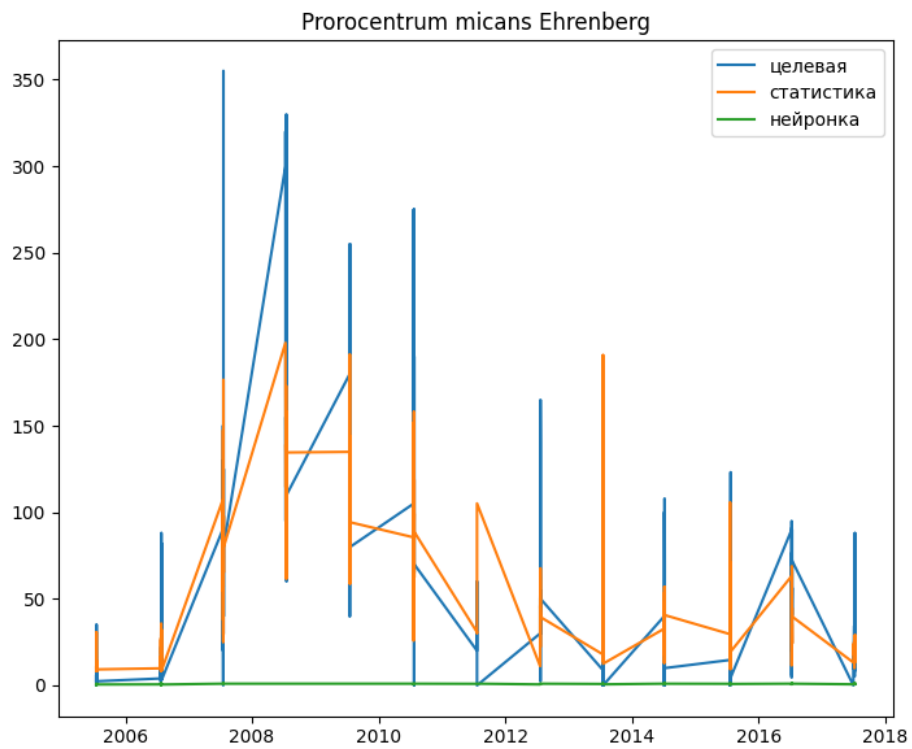


Рисунок 23 – График численности

2.2 Интерфейс

Код меню изображенный на рисунке 24 показывает на практике рисунок 25, Layout – это как раз костяк из которого состоит меню. Button – это кнопка, а значение ключа как раз регистрирует нажатие. По нажатию «Добавить значение» мы переходим во второе меню-форму на рисунке 26 по `open_window_1()` из рисунка 27. `Windows` – это функция для отображения и группировки значений. «Анализ Азовского моря» – заголовок оконного приложения. `Event, values` – значения которые будут считываться с костяка по ключам. Команда `read()` позволяет считывать эту информацию для ее дальнейшего использования.

```
123 layout = [  
124     [sg.Button("Добавить значение", key="add"), sg.Button("Анализ", key = "anal")],  
125     [sg.Button("Выход", key = "Exit")]]  
126 window = sg.Window("Анализ Азовского моря", layout)  
127 while True:  
128     event, values = window.read()  
129     if event == "Exit" or event == sg.WIN_CLOSED:  
130         break  
131     if event == "add":  
132         open_window_1(v, t, s, tb)  
133     if event == "anal":  
134         open_window_2()  
135  
136  
137 window.close()
```

Рисунок 24 – Код окна меню

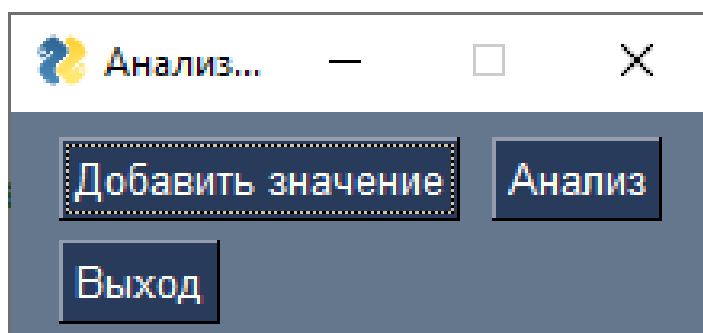


Рисунок 25 – Окно меню

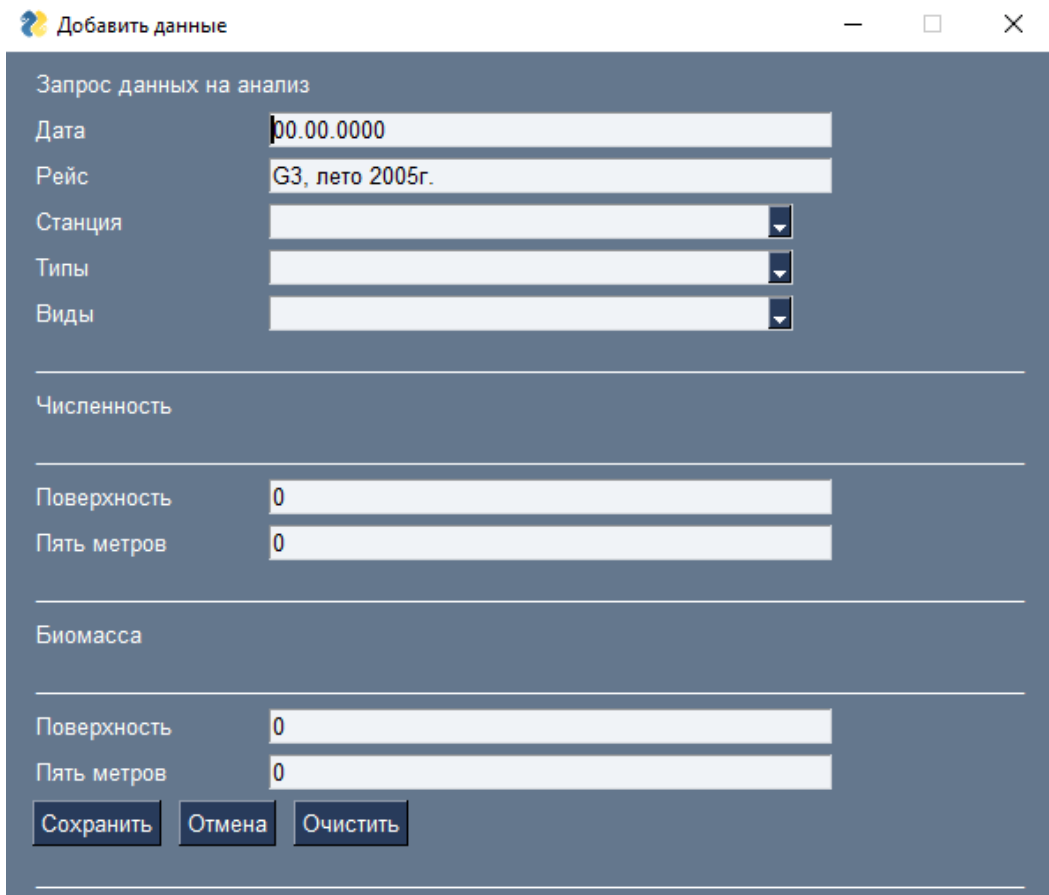


Рисунок 26 – Меню экспортирования значения

```

43 layout = [
44     [sg.Text('Запрос данных на анализ'),
45      [sg.Text('Дата', size=(15, 1)), sg.InputText('00.00.0000', key_='_-data-')],
46      [sg.Text('Рейс', size=(15, 1)), sg.InputText('G3, лето 2005г.', key_='_-rase-')],
47      [sg.Text('Станция', size=(15, 1)), sg.InputCombo((s), size=(40, 10), key_='_-stayt-')],
48      [sg.Text('Типы', size=(15, 1)), sg.InputCombo((t), size=(40, 10), key_='_-type-')],
49
50      [sg.Text('Виды', size=(15, 1)), sg.InputCombo((v), size=(40, 10), key_='_-vid-')],
51      [sg.Text('_' * 80)],
52      [sg.Text('Численность')],
53      [sg.Text('_' * 80)],
54      [sg.Text('Поверхность', size=(15, 1)), sg.InputText('0', key_='_-povch-')],
55      [sg.Text('Пять метров', size=(15, 1)), sg.InputText('0', key_='_-5mch-')],
56
57      [sg.Text('_' * 80)],
58      [sg.Text('Биомасса')],
59      [sg.Text('_' * 80)],
60      [sg.Text('Поверхность', size=(15, 1)), sg.InputText('0', key_='_-povbio-')],
61      [sg.Text('Пять метров', size=(15, 1)), sg.InputText('0', key_='_-5mbio-')],
62
63      [sg.Button("Сохранить", key="save"), sg.Button("Отмена", key="Exit"), sg.Button("Очистить", key="del")],
64      [sg.Text('_' * 80)]
65     ]
66 window = sg.Window("Добавить данные", layout, modal=True)
67 choice = None
68 while True:
69     event, values = window.read()
70     if event == "Exit" or event == sg.WIN_CLOSED:
71         break
72     if event == "save":
73         Sve()
74     if event == "del":
75         update()
76

```

Рисунок 27 – Код меню экспортирования значения

Text – это неизменяемый текст, который отображается на мониторе. Параметр size – указывает размер окна ввода, inputcombo – функция выпадающего меню. Переменные s, v и t – это списки, выделенные из таблицы данных, что видно на рисунке 28.

```
99     wb = xw.Book('Г3, 2005-2017.xlsx')
100     tb = wb.sheets['Виды, численность и биомасса']
101     Vpd = openf.File()
102     dfv = Vpd.groupby(['Виды']).size().reset_index(name='count')
103     dfv = dfv.sort_values(by='count', ascending=False).reset_index(drop=True)
104     dft = Vpd.groupby(['Типы']).size().reset_index(name='count')
105     dft = dft.sort_values(by='count', ascending=False).reset_index(drop=True)
106     dfs = Vpd.groupby(['Станция']).size().reset_index(name='count')
107     dfs = dfs.sort_values(by='count', ascending=False).reset_index(drop=True)
108
109     v = []
110     t = []
111     s = []
112     for i in range(1, len(dfv)):
113         v.append(dfv.loc[i]['Виды'])
114
115
116     for i in range(1, len(dft)):
117         t.append(dft.loc[i]['Типы'])
118
119     for i in range(1, len(dfs)):
120         s.append(dfs.loc[i]['Станция'])
```

Рисунок 28 – Код выделения данных

Переменные v, t, s – это строки и функция append() добавляет значения в них. В рисунке 27 так же событие (event) в update(), который вызывает функцию (рис 29) и заменяют на первоначальные или заданные отдельно значения при нажатии кнопки «очистить».

```

10 def update():
11     t = window['-data-']
12     t.update('00.00.0000'.format())
13     p = window['-rase-']
14     p.update('G3, лето 2005r.'.format())
15     q = window['-stayt-']
16     q.update('').format()
17     w=window['-type-']
18     w.update('').format()
19     e = window['-vid-']
20     e.update('').format()
21     r = window['-povch-']
22     r.update('0'.format())
23     y = window['-5mch-']
24     y.update('0'.format())
25     u = window['-povbio-']
26     u.update('0'.format())
27     i = window['-5mbio-']
28     i.update('0'.format())
29

```

Рисунок 29 – Код очистки данных

С помощью range() с рисунка 30 мы добавляем в конкретную ячейку в таблице excel нами записанные данные в форму. На рисунке 31 показан пример, как функция исполнила необходимые требования, заполнив указанную строчку введенными значениями.

```

30 def Sve():
31     tb.range('A10110').options(index=False).value = values['-data-']
32     tb.range('B10110').options(index=False).value = values['-rase-']
33     tb.range('C10110').options(index=False).value = values['-stayt-']
34     tb.range('D10110').options(index=False).value = values['-type-']
35     tb.range('E10110').options(index=False).value = values['-vid-']
36
37     tb.range('F10110').options(index=False).value = values['-povch-']
38     tb.range('G10110').options(index=False).value = values['-5mch-']
39
40     tb.range('J10110').options(index=False).value = values['-povbio-']
41     tb.range('K10110').options(index=False).value = values['-5mbio-']

```

Рисунок 30 – Код экспорта данных из полей ввода

Видовой состав, численность, биомасса фитопланктона по станциям и горизонтам													
Участок: Темрюкско-Ахтарский лицензионный участок, даты: 20.07-23.07.2012, рейс: G3, лето 2012г.													
Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³				Биомасса, мг/м ³				
					пов.	5 м	придон.	Средняя по горизонтам	пов.	5 м	придон.	Средняя по горизонтам	
10105	12.07.2017	G3, лето 2017г.	NGP3_42	Miozoa	Prorocentrum cordatum (Ostenfeld) J.D.Dodge	0,00	1,60	0,00	0,53	0,000	2,262	0,000	0,754
10106	12.07.2017	G3, лето 2017г.	NGP3_42	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	27,60	34,00	24,00	28,53	292,377	366,939	246,301	301,873
10107	12.07.2017	G3, лето 2017г.	NGP3_42	Miozoa	Protoperidinium brevipes (Paulsen) Balech	0,40	0,00	0,00	0,13	2,094	0,000	0,000	0,698
10108	12.07.2017	G3, лето 2017г.	NGP3_42	Miozoa	Сцифоиды ассиметричные (Lilljorberg)	0,80	0,00	1,60	0,80	2,932	0,000	1,257	1,396
10109	12.07.2017	G3, лето 2017г.	NGP3_42	Прочие типы	Мелкие жгутиковые	2,40	0,00	0,00	0,80	0,251	0,000	0,000	0,084
10110	00.00.0000	G3, лето 2005г.	NGP3_14	Bacillariophyta	Диатомовые (Chyrow)	55,00	56,00	0,00	37,00	54,000	54,000	0,000	36,000
10111									0,00				0,000
10112									0,00				0,000

Рисунок 31 – Пример заполнения

После нажимаем кнопку «отмена» и возвращаемся в окно меню (рис 25), после нажимаем кнопку «анализ» и переходим в окно анализа (рис 32).

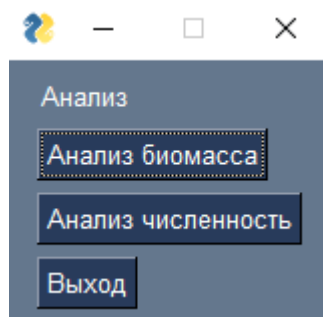


Рисунок 32 – Меню анализа

Кнопка «анализ биомасса» отправит в main код значение 2, кнопка «анализ численность» отправляет в main код 1, показано на рисунке 33, а из рисунка 2 видно, как принимаются и обрабатываются эти числа.

```

81 def open_window_2():
82     layout = [[sg.Text("Анализ", key="new")],
83               [sg.Button("Анализ биомасса", key="analbio")],
84               [sg.Button("Анализ численность", key="analch")],
85               [sg.Button("Выход", key = "Exit")]]
86     window = sg.Window("Анализ", layout, modal=True)
87     choice = None
88     while True:
89         event, values = window.read()
90         if event == "Exit" or event == sg.WIN_CLOSED:
91             break
92         if event == "analbio":
93             main.main(2)
94         if event == "analch":
95             main.main(1)
96
97     window.close()

```

Рисунок 33 – Код отправки значений

2.3 Результаты

После анализа у нас сохраняются четыре файла с разным годом с расширением html. HTML – документ это текстовый файл с расширением .html или .htm. В браузере он преобразуется в веб-страницу и состоит из набора тегов. Они как раз и помогают представлять текст на экране: благодаря им браузер понимает, что он читает не просто текст, а структурированную информацию, разбитую на блоки [2].

«Карта за 2005 год» показывает расположение данных придонного значения, ситуация с того года естественно изменилась, на рисунке 35 можно увидеть это, ситуация явно ухудшается, раз больше планктона, поглощающего солнечные лучи, ушло от источника питания.



Рисунок 34 – Карта за 2005 год



Рисунок 35 – Карта за 2017 год

Попытка спрогнозировать результат была достаточно удачной, что видно из рисунка 36. Но если сравнить две карты, то можно заметить пару не состыковок: ярко красную станцию и серую, необитаемую, которые не отображаются на карте предсказания статистики.



Рисунок 36 – Предсказание статистикой

Карта, построенная нейронной сетью, на рисунке 37, не отличается от карты построенной статистикой, как мы можем заметить. Только графики показывают истинное значение, что ведет нас к ответу не особой состоятельности нейронной сети в этом вопросе.



Рисунок 37 – Карта нейронной сети

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были описаны теоретические основы методов статистического анализа и моделирования нейронных сетей. Были рассмотрены различные программные средства для реализации и отобраны наиболее подходящие из них для разработки приложения

Были решены следующие задачи: подготовлены исходные данные; изучена классификация нейронных сетей, их типы, возможности обучения; разработаны прогностические модели: на основе нейронных сетей, на основе временных рядов, на основе статистических методов; проведен сравнительный анализ эффективности работы моделей; проведен импорт исходных данных в проиндексированный массив DataFrame; написано приложение для прогнозирования численности и биомассы фитопланктона Азовского моря; проведено тестирование разработанного приложения.

Полученный в ходе данной работы программный продукт не является конечным результатом, так как в дальнейшем планируется расширение функционала и адаптация под новые задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. folium, URL - <https://python-visualization.github.io/folium/modules.html>
(дата обращения: 12.05.2022)
2. HTML, URL – <https://blog.skillfactory.ru/glossary/html/> (дата обращения: 15.05.2022)
3. Keras, URL – <https://blog.skillfactory.ru/glossary/keras/> (дата обращения: 11.05.2022)
4. NumPy, URL – <https://blog.skillfactory.ru/glossary/numpy/> (дата обращения: 11.05.2022)
5. Pandas, URL – <https://blog.skillfactory.ru/glossary/pandas/> (дата обращения: 11.05.2022)
6. Pysimplegui: работа с несколькими окнами, URL – <https://pythobyte.com/pysimplegui-working-with-multiple-windows-ca153bd7/#:~:text=Pysimplegui%20%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D1%82%20%D0%9E%D0%BA%D0%BD%D0%BE%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%2C%20%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%D0%B9,%D0%B2%D1%8B%20%D0%BD%D0%B5%20%D0%B2%D1%8B%D0%B9%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BD%D0%B5%D0%B5>. (дата обращения: 11.05.2022)
7. SciPy, URL – <https://blog.skillfactory.ru/glossary/scipy/> (дата обращения: 13.05.2022)
8. Scipy.optimize.curve_fit, URL – https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.curve_fit.html
(дата обращения: 13.05.2022)
9. Sequential model: руководство, URL – <https://ru-keras.com/guide-sequential/> (дата обращения: 14.05.2022)

10. Statsmodels, URL –

<https://runebook.dev/ru/docs/statsmodels/#:~:text=Statsmodels–,statsmodels%20%2D%20%D1%8D%D1%82%D0%BE%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%20Python%2C%20%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D1%82%20%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B%20%D0%B8%20%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F,%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D0%B5%D0%BD%20%D0%BE%D0%B1%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA%20%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8.> (дата обещание: 12.05.2022)

11. Анализ временных рядов, URL –

https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%B%D0%B8%D0%B7_%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2 (дата обращения: 10.11.2021)

12. Введение в анализ данных с помощью Pandas, URL –

<https://habr.com/ru/post/196980/> (дата обращения: 12.04.2022)

13. Виды машинного обучения, URL – <https://medium.com/maria-machine/hunter-heidenreich-what-are-the-types-of-machine-learning-53af8ef4d156>

(дата обращения: 24.04.2022)

14. Временные ряды в прогнозировании спроса, нагрузки на КЦ,

товарных рекомендациях и поиске аномалий, URL –

<https://habr.com/ru/post/477206/> (дата обращения: 10.11.2021)

15. Как сделать Data Science приложение для Windows (и не только) с

графическим интерфейсом с помощью PySimpleGU, URL -

<https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/538324/> (дата обращения: 11.05.2022)

16. Линейная множественная регрессия, URL – http://www.agpu.net/fakult/ipimif/metodmater/ddv002_linmnogreg.pdf (дата обращения: 08.03.2022)

17. Математическая статистика : практикум / сост. Н. А. Андреева, Р. В. Кузьменко, Е. В. Корчагина, Т. В. Меньших ; ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИИ России. - Воронеж : Научная книга, 2020. - 103 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1240998> (дата обращения: 20.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

18. Машинное обучение: просто о сложном, URL – <https://sbercloud.ru/ru/warp/blog/machine-learning-about> (дата обращения: 10.05.2022)

19. Основы Интерактивных карт, URL – <https://habr.com/ru/post/664888/> (дата обращения: 12.05.2022)

20. Что такое Python простыми словами, URL – <https://vc.ru/u/624860-igbi/347395-cto-takoe-python-prostymi-slovami> (дата обращения: 11.05.2022)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Общие сведения о фитопланктоне

Таблица А.1 – Численность фитопланктонов

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³			
					пов.	5 м	придон	средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	22,00	–	14,00	18,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T.West) Grunow	0,00	–	1,00	0,50
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer.	0,00	–	2,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcaravis (Schultze) B.G.Sundström	5,00	–	3,00	4,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschoides (Grunow) Mereschkovsky	11,00	–	17,00	14,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Bacillariophyta	Thalassiosira parva Proshkina-Lavrenko	4,00	–	0,00	2,00

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³			
					пов.	5 м	придон.	средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Cyanobacteria	Anagnostidinema amphibium (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	10,00	–	0,00	5,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Cyanobacteria	Jaaginemaworonichinii (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	96,00	–	5,00	50,50
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Euglenozoa	Trachelomonas verrucosa A.C.Stokes	2,00	–	0,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Gymnodinium F.Stein, 1878	473,00	–	120,00	296,50
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Prorocentrum cordatum (Ostenfeld) J.D.Dodge	0,00	–	2,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	0,00	–	1,00	0,50
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	0,00	5,00	0,00	1,67
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T.West) Grunow	2,00	2,00	2,00	2,00

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м3			
					пов.	5 м	придон.	средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Bacillario phyta	Nitzschia tenuirostris Mer.	60,00	48, 00	24,00	44,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Bacillario phyta	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström	0,00	1,0 0	2,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Bacillario phyta	Skeletonema costatum (Greville) Cleve	0,00	0,0 0	2,00	0,67
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Bacillario phyta	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky	12,00	4,0 0	24,00	13,33
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Bacillario phyta	Thalassiosira aculeata Proshkina-Lavrenko	0,00	0,0 0	4,00	1,33
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP 3_11	Chlorophyta	Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Proshkina-Lavrenko	6,00	24, 00	0,00	10,00

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м3			
					пов.	5 м	придон.	средняя по горизонтam
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Цуano bacteri a	Anagnostidin ema amphibium (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	31,0 0	0,00	0,00	10,33
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Цуano bacteri a	Chrysosporu m minus (Kiselev) Komárek	2,00	0,00	0,00	0,67
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Цуano bacteri a	Jaaginema woronichinii (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	36,0 0	72,0 0	7,00	38,33
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Euglen ozoa	Eutreptia lanowii Steuer	2,00	0,00	1,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_11	Eugle nozoa	Trachelomo nas verrucosa A.C.Stokes	0,00	1,00	0,00	0,33

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м3			
					пов.	5 м	придон	средняя по горизонталм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_11	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	5,00	2,00	1,00	2,67
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	24,00	–	48,00	36,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T. West) Grunow	0,00	–	1,00	0,50
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer.	12,00	–	0,00	6,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcaravis (Schultze) B.G. Sundström	5,00	–	6,00	5,50
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschoides (Grunow) Mereschkovsky	6,00	–	5,00	5,50

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³			
					пов.	5 м	придон.	средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Цyanobacteria	Anagnostidinema amphibium (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	24,00	–	72,00	48,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Цyanobacteria	Jaaginema woronichinii (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	360,00	–	336,00	348,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Цyanobacteria	Planktolynghya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	60,00	–	0,00	30,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Euglenozoa	Eutreptia lanowii Steuer	1,00	–	1,00	1,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Euglenozoa	Trachelomonas verrucosa A.C.Stokes	2,00	–	1,00	1,50
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Miozoa	Gymnodinium F.Stein, 1878	120,00	–	144,00	132,00
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	2,00	–	4,00	3,00

Продолжение таблицы А.1

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Численность, млн экз./м ³			
					пов.	5 м	при дон.	средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Cyclotella tuberculata</i> Makarova & Loginova	0,00	0,00	38,40	12,80
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow	1,60	1,60	1,60	1,60
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	38,40	48,00	0,00	28,80
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	48,00	38,40	48,00	44,80
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström	4,80	4,00	4,00	4,27
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	19,20	19,20	19,20	19,20

Таблица А.2 – Биомасса фитопланктонов

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	при дон.	Средняя по горизонт ам
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Cyclotella tuberculata</i> Makarova & Loginova	13,823	–	8,796	11,310
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow	0,000	–	31,177	15,589
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	0,000	–	1,414	0,707
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström	282,744	–	94,248	188,496
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	6,535	–	9,048	7,792
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Bacillariophyta	<i>Thalassiosira parva</i> Proshkina-Lavrenko	4,524	–	0,000	2,262
16.07.2005	G3, лето 2005г.	NGP3_10	Cyanobacteria	<i>Anagnostidinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	12,566	–	0,000	6,283

Продолжение таблицы А.2

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	при дон.	Средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Цианобактерия	Jaaginema woronichini (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	15,080	–	1,571	8,326
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Euglenozoa	Trachelomonas verrucosa A.C.Stokes	8,378	–	0,000	4,189
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Miozoa	Gymnodinium F.Stein, 1878	1890,840	–	471,239	1181,040
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Miozoa	Prorocentrum cordatum (Ostenfeld) J.D.Dodge	0,000	–	3,142	1,571
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_10	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	0,000	–	12,370	6,185
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_11	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	0,000	0,962	0,000	0,321
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_11	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T.West) Grunow	58,890	57,699	46,765	54,451
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_11	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer.	42,411	33,929	16,965	31,102

Продолжение таблицы А.2

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	придон	Средняя по горизонт ам
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström	0,00 0	88, 35 7	78,540	55,632
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Bacillariophyta	Skeletonema costatum (Greville) Cleve	0,00 0	0,0 00	15,708	5,236
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky	7,54 0	2,5 13	15,080	8,378
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Bacillariophyta	Thalassiosira aculeata Proshkina-Lavrenko	0,00 0	0,0 00	15,080	5,027
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Chlorophyta	Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Proshkina-Lavrenko	7,54 0	15, 08 0	0,000	7,540
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Cyanobacteria	Anagnostidinium amphibium (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	38,9 56	0,0 00	0,000	12,985
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Cyanobacteria	Chrysochrominium minus (Kiselev) Komárek	1,41 4	0,0 00	0,000	0,471

Продолжение таблицы А.2

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	при дон.	Средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Суано bacter ia	Jaaginema woronichinii (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	5,655	11,3 10	2,19 9	6,388
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Eugle nozoa	Eutreptia lanowii Steuer	10,17 9	0,00 0	3,66 5	4,615
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Eugle nozoa	Trachelomon as verrucosa A.C.Stokes	0,000	4,18 9	0,00 0	1,396
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_1 1	Miozo a	Prorocentrum micans Ehrenberg	47,12 4	18,8 50	9,42 5	25,133
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_3	Bacill arioph yta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	10,68 8	–	21,3 75	16,032
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_3	Bacill arioph yta	Ditylum brightwellii (T.West) Grunow	0,000	–	17,3 21	8,661
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_3	Bacill arioph yta	Nitzschia tenuirostris Mer.	6,786	–	0,00 0	3,393
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_3	Bacill arioph yta	Pseudosoleni a calcar-avis (Schultze) B.G.Sundströ m	169,6 46	–	203, 575	186,611
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP3_3	Bacilla riophy ta	Thalassionema nitzschoides (Grunow) Mereschkowsk y	3,770	–	3,14 2	3,456

Продолжение таблицы А.2

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	придон.	Средняя по горизонту м
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Bacillariophyta	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	3,770	–	3,142	3,456
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Cyanobacteria	<i>Anagnostidinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek	15,080	–	45,239	30,160
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Cyanobacteria	<i>Jaaginema woronichinii</i> (Anissimova) Anagnostidis & Komárek	56,549	–	52,779	54,664
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Cyanobacteria	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	5,301	–	0,000	2,651
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Euglenozoa	<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	1,668	–	1,668	1,668
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Euglenozoa	<i>Trachelomonas verrucosa</i> A.C.Stokes	8,378	–	4,189	6,284
16.07.2005	G3, лето 2005 г.	NGP 3_3	Euglenozoa	<i>Trachelomonas verrucosa</i> A.C.Stokes	8,378	–	4,189	6,284

Продолжение таблицы А.2

Дата	Рейс	Станция	Типы	Виды	Биомасса, мг/м ³			
					пов.	5 м	при дон.	Средняя по горизонтам
1	2	3	4	5	10	11	12	13
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Miozoa	Gymnodinium F.Stein, 1878	282,743	–	565,486	424,115
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_3	Miozoa	Prorocentrum micans Ehrenberg	24,740	–	49,480	37,110
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Cyclotella tuberculata Makarova & Loginova	0,000	0,000	18,096	6,032
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Ditylum brightwellii (T.West) Grunow	33,255	51,962	33,255	39,491
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Leptocylindrus danicus Cleve	19,302	30,159	0,000	16,487
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Nitzschia tenuirostris Mer.	30,536	24,429	30,536	28,500
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström	271,433	22,6194	226,194	241,274
16.07.2005	G3, лето 2005г	NGP3_5	Bacillariophyta	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky	12,064	12,064	12,064	12,064

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Кубанский Государственный университет

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Личман Юлия Алексеевна
 Самоцитирование
 рассчитано для: Личман Юлия Алексеевна
 Название работы: Построение информационной математической модели численности фитопланктона Азовского моря
 Тип работы: Выпускная квалификационная работа
 Подразделение: ФКТИПМ, кафедра анализа данных и искусственного интеллекта

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ОТЧЕТ О ПРОВЕРКЕ КОРРЕКТИРОВАЛСЯ - НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ДО КОРРЕКТИРОВКИ

ЗАИМСТВОВАНИЯ	19.47%	ЗАИМСТВОВАНИЯ	19.47%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	77.58%	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	77.58%
ЦИТИРОВАНИЯ	2.94%	ЦИТИРОВАНИЯ	2.94%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%	САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 21.06.2022

ДАТА И ВРЕМЯ КОРРЕКТИРОВКИ: 21.06.2022 17:42

Модули поиска: ИПС Адилет; Библиографик; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования издательства Wiley (RuEn); eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ; Модуль поиска "КубГУ"; Медицина; Диссертации НББ; Перефразирование по eLIBRARY.RU; Перефразирование по Интернету; Перефразирование по коллекции издательства Wiley; Патенты СССР, РФ, СНГ, СМН России и СНГ; Шаблонные фразы; Кольца вузов; Издательство Wiley; Переводные заимствования

Работу проверил: Калайдина Галина Вениаминовна

ОИО проверяющего

Дата подписи:

22.06.2022

Калайдина

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться в подлинности справки, используйте QR-код, который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего. Предоставленная информация не подлежит использованию в коммерческих целях.

Отзыв

на выпускную квалификационную работу (бакалаврскую работу) студента 4 курса факультета компьютерных технологий и прикладной математики по направлению «Прикладная информатика»

Личман Юлии Алексеевны, выполненной на тему:

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА АЗОВСКОГО МОРЯ

Экологическая ситуация как в мире, так и в частности в Краснодарском крае, ухудшается день ото дня. Из-за уменьшения поступления пресных вод увеличивается соленость Азовского моря, что приводит к гибели и миграции фитопланктона, а в свою очередь это влечет за собой изменение численности зоопланктона, таким образом каждый год мы все ближе и ближе к экологической катастрофе и вымиранию и/или миграции большинства микроорганизмов. Как и для любой природной системы мира, своевременное предупреждение экологической катастрофы иногда может сыграть решающую роль при введении необходимых мер по предотвращению неблагоприятной ситуации, что говорит об актуальности работы Личман Юлии. Целью ее работы является создание приложения, позволяющего прогнозировать развитие экологической системы Азовского моря с помощью различных методов прогнозирования.

В результате работы были изучены математические модели для прогнозирования: множественная линейная регрессия, однослойная нейронная сеть, временные ряды, реализованы их информационные модели, реализован интерфейс для прогнозирования.

В процессе работы Личман Юлия: а) теоретические основы временных рядов, нейронных сетей; б) изучила технические средства для разработки моделей и интерфейса; в) написала приложение для прогнозирования численности и биомассы фитопланктона Азовского моря; г) провела тестирование разработанного приложения.

Студенткой в достаточной мере были продемонстрированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, сформированность которых требуют современные ФГОС ВО.

Проведённая работа имеет как практическую ценность, так и перспективу продолжения.

Работу Личман Ю.А. оцениваю на «отлично».

Научный руководитель:
доцент кафедры анализа данных и
искусственного интеллекта
ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»



Акиньшина В.А.