

Проведен анализ литературных данных и выявлены следующие нетрадиционные для прудовых рыб РБ компоненты комбикормов: овес пленчатый и голозерный, жмых тыквенный и каротиноидосодержащие добавки («Эко Золотой», «Кантаксантин» и «Эко лососевый»).

Цель работы – исследование возможности использования каротиноидных добавок для производства комбикормов для прудовых рыб.

Объектами исследования являлись содержащие каротиноиды компоненты (пленчатый и голозерный овес, жмых тыквенный, добавки «Эко Золотой», «Эко лососевый» и «Кантаксантин»), комбикорм, прудовая рыба (каarp, форель). Определены их физические, физико-химические и химические свойства. При исследованиях использованы стандартные методы и методики.

Установлено, что показатели физических и физико-химических свойств нетрадиционных компонентов находятся в пределах установленных норм, что позволит их использовать при производстве комбикормов для прудовых рыб. По гранулометрическому составу нетрадиционные компоненты в пределах каждой группы по происхождению однородны, но требуют измельчения (кроме добавок). Наибольшее количество протеина (30,9 %), жира (28,3 %) имел жмых тыквенный; золы, нерастворимой в соляной кислоте – овес голозерный (1,85 %). Нетрадиционные компоненты содержали каротиноиды: явными лидерами по их содержанию являлись каротиноидосодержащие добавки (1,53–2,16 мг%) и жмых тыквенный (1,31 мг%).

С использованием нетрадиционных компонентов составлено по 5 рецептов и изготовлены гранулированные комбикорма для сеголеток карпа и форели. Отмечено, что показатели качества экспериментальных и контрольных комбикормов соответствовали требованиям ТУ РБ 100035627.018-2015 (для карпа) и ТУ ВУ 100035627.015-2013 (для форели).

Проведены испытания комбикормов для карпа в аквариумах и на базе нагульных прудов СПУ «Изобелино» РДУП «Институт рыбного хозяйства» РДУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» с использованием нетрадиционного сырья на ограниченном поголовье сеголеток и двухлеток карпа и форели, доказывающие возможность использования исследуемых нетрадиционных компонентов без существенных затрат. Так, стоимость 1 т комбикорма для карпа с добавлением «Эко Золотой» составляла 756,4 бел. руб., что превышало стоимость контрольного комбикорма (на 30,6 бел. руб.).

При экспериментальном кормлении прудовых рыб выявлено следующее:

- внесение в комбикорм овса и жмыха тыквенного не вызывало травмирования внутренних органов карпа (выживаемость карпа равна 100 %), а использование пленчатого овса (взамен пшеничных отрубей) давало лучшие результаты, чем добавление голозерного овса;
- добавление добавок «Эко Золотой» и «Кантаксантин» в комбикорм приводило к окрашиванию плавников и мяса карпа, наибольший результат окрашивания достигался при использовании добавки «Эко Золотой» в количестве 500 мг/кг;
- для увеличения содержания каротиноидов и равномерности окрашивания карпа и форели при использовании добавок «Кантаксантин» и «Эко лососевый» нужно увеличить их дозировку и время кормления рыбы.

Таким образом, использование голозерного и пленчатого овса позволило увеличить количество незаменимых аминокислот в комбикорме; жмыха тыквенного – содержание белка; а добавление «Эко Золотой», «Эко лососевый» и «Кантаксантин» способствовало окрашиванию мяса рыбы в красный цвет.

©ПГУ

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ В СРЕДЕ ГИС**

**П.С. ДОЛГИЙ**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – Г.А. ШАРОГЛАЗОВА, КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ**

Цель данной работы - разработка программного продукта для моделирования геодинимических процессов по результатам повторного нивелирования, отладка его на основе реальных данных и представление результатов в среде ГИС. Программный продукт разрабатывался на языке python с использованием библиотек графического интерфейса, математических расчетов и визуализации данных. ГИС-проект разработан на основе платформы ESRI ArcGIS с использованием данных из различных источников

Ключевые слова: геодинимика, моделирование, программирование, ГИС

Современные исследования в геодинимике требуют комплексного междисциплинарного подхода. Важнейшую роль играют геодезические методы: повторное нивелирование, повторные линейно-угловые измерения, повторные спутниковые наблюдения; незаменимыми инструментами исследова-

ния в настоящее время являются методы математического моделирования и информационные технологии [8].

В ходе исследования был разработан программный продукт для моделирования геодинимических явлений методом Христового по результатам повторного высокоточного нивелирования на языке python с использованием библиотек PyQt5 [5], numpy [3], matplotlib [2].

Метод Христового основан на алгебраических полиномах. В разработанном программном продукте аппроксимация выполнялась полиномами первой, второй и третьей степени.

$$H_k^i = H_k^0 + V_k(T_i - T_0) \quad (1)$$

$$H_k^i = H_k^0 + V_k(T_i - T_0) + A_k(T_i - T_0)^2 \quad (2)$$

$$H_k^i = H_k^0 + V_k(T_i - T_0) + A_k(T_i - T_0)^2 + B_k(T_i - T_0)^3 \quad (3)$$

Отладка программного продукта выполнялась на основе реальных данных измерений на Полоцкого геодинимического профиля, расположенного к северо-западу от г. Полоцк. В данной работе использовались данные 10 циклов (с 2004 по 2015 годы за исключением 2005 и 2014) высокоточного нивелирования на 11 нивелирных пунктах, один из которых исходный [6]. Таким образом, исходные данные были представлены 100 измерениями.

Для определения коэффициентов  $H(0)$ ,  $V$ ,  $A$ ,  $B$  составляется система уравнений – одно уравнение для каждого измеренного превышения в каждую эпоху. Этим уравнениям придают веса, определяемые как величины, обратно пропорциональные длине секций нивелирования. В результате получают систему нормальных уравнений, результатом решения которой является вектор искомых коэффициентов. Прибавив вычисленные поправки к полученным по результатам измерений высотам, получили уравненные высоты на эпоху 2003 года. Подставив полученные высоты и значения коэффициентов в формулы (1 – 3), вычислили модельные значения высот. Вычитая модельные значения высот конечных пунктов для каждой линии из высот начальных пунктов, получили модельные превышения. Далее сравнили модельные значения высот с измеренными. На основе среднеквадратической ошибки сделали вывод о согласовании значений разности между вычисленными и измеренными высотами с моделью. Для линейной аппроксимации СКО составила 1,135 м, число несогласующихся с моделью с вероятностью 95 % – 6, для квадратичной: соответственно 0,860 и 5, для кубической: 0,768 и 3.

По результатам моделирования построены пространственно-временные графики движения нивелирных пунктов в двухмерном и трехмерном виде, графики накопления разностей превышений. Большое число несогласующихся значений, а также резкий перегиб поверхности на пространственно-временном графике говорят о наличии разломов по обе стороны от репера 8372.

Результаты исследования представлены в среде геоинформационной системы на основе платформы ESRI ArcGIS. В качестве исходных данных использованы вычисленные ранее значения скоростей для Полоцкого геодинимического профиля, топографические карты масштаба 1:50 000, сеймотектонические, геологические карты; данные наблюдений на сейсмологических пунктах [7]; цифровые модели рельефа (ЦМР) [1]; векторные данные OpenStreetMap [4].

Выполнена визуализация скоростей движения пунктов и графики накопления разностей превышений в трехмерном виде для различных эпох. Данной работой не исчерпываются возможности ГИС в исследовании геодинимических явлений. Добиться комплексного подхода к вопросу позволит максимальное привлечение данных различных наук о Земле.

#### Литература

1. Data [Electronic resource]. Mode of access: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/data.asp> – Date of access: 15.05.2018,
2. Matplotlib: Python plotting – Matplotlib 2.2.2 documentation [Electronic resource]. Mode of access: <https://matplotlib.org/> - Date of access: 05.08.2018.
3. NumPy – NumPy // NumPy – NumPy [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.numpy.org/> - Date of access: 03.02.2018
4. OpenStreetMap [Electronic resource]. Mode of access: <https://www.openstreetmap.org/#map=13/55.5179/28.7450> - Date of access: 15.05.2018.
5. Введение в PyQt5 [урок 1] [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://python-3.ru/page/into-pyqt5> – Дата доступа: 05.03.2018 г.
6. Инструментальные исследования современной геодинимики в Полоцком регионе : отчет о НИР / Полоц. гос. ун-т ; рук. Г.А. Шароглазова. – Новополоцк, 2013. – 83 с. – № ГБ 0314.
7. Отчет о результатах научно-исследовательских работ по теме: «Оценка сейсмогеодинимических условий в районе площадки строительства Полоцкой ГЭС» за период: 15.09.2006 – 15.12.2006 (договор 4/2006 от 14.09.2006 г. с УО «Полоцкий государственный университет»). А.Г. Аронов, Р.Р. Сероглазов, Т.И. Аронова, В.М. Колковский, О.Н. Кулич. Мн., 2006 г.
8. Шароглазова Г.А., Долгий П.С. Многодисциплинарный подход к моделированию геодинимических процессов / Г.А. Шароглазова, П.С. Долгий // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2018. - № 8. – С. 180 – 184