

# **Соловьев Анатолий Александрович**

## **Образование:**

- В 2005 г. окончил очную аспирантуру Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук;
- В 2002 г. окончил Московский государственный институт стали и сплавов по специальности «прикладная математика».

## **Ученые звания:**

- Член-корреспондент Российской академии наук (2016 г.);
- Профессор Российской академии наук (2015 г.).

## **Ученые степени:**

- Доктор физико-математических наук по специальности 25.00.10 «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» (Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, 2014 г.);
- Кандидат физико-математических наук по специальности 25.00.10 «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» (Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, 2005 г.).

## **Занимаемые должности:**

- С 2014 г. – заместитель директора по науке Геофизического центра Российской академии наук;
- С 2010 г. – заведующий лабораторией геоинформатики и геомагнитных исследований Геофизического центра Российской академии наук;
- 2005–2010 гг. – ведущий научный сотрудник Геофизического центра Российской академии наук;
- 1999–2005 гг. – научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук.

## **В область научных интересов входит:**

- Математические методы интеллектуального анализа геофизических данных:
  - кластеризация многомерных массивов данных;
  - морфологический анализ и распознавание возмущений на временных рядах;
- Геоинформационные системы хранения и анализа данных по наукам о Земле;
- Изучение магнитного поля Земли методами геоинформатики;
- Системы наблюдения магнитного поля Земли.

## **Основные научные результаты:**

Разработан алгоритм «Кристалл», предназначенный для выделения областей повышенной плотности в многомерных массивах данных. Его можно считать посткластеризационным, поскольку алгоритмы классического кластерного анализа ориентированы на кластерность – одновременное сочетание повышенной плотности и отделимости, в то время, как «Кристалл» решает задачу, связанную только с первым свойством. Формальным фундаментом «Кристалла» является нечеткая мера близости в исходном массиве. В совокупности с методом деконволюции Эйлера разработанный метод позволяет уверенно определять как геометрические характеристики (положение в плане и по глубине), так и модули направления вектора магнитного момента аномалеобразующих тел с высокой разрешающей способностью. Подтверждением тому послужило успешное применение метода для изучения и уточнения геологической структуры региона Ахаггар (Алжир) по данным аэромагнитной съемки. В частности, впервые было показано, что сходные в тектоническом отношении участки, входящие в состав массива Ахаггар, характеризуются общим для каждого из участков направлением намагниченности пород. Была построена прогнозная карта глубин кровли кристаллического фундамента, также согласующаяся с имеющимися геологическими данными и дополняющая их.

Разработан и опубликован Атлас магнитного поля Земли, отражающий эволюцию геомагнитного поля с 1500 по 2010 гг. Атлас содержит результаты как современных достижений в области моделирования и картографирования магнитного поля, так и результаты прямых геомагнитных наблюдений и моделирования в исторические эпохи. Атлас предназначен для широкой читательской аудитории, включая ученых, учителей, студентов и экспертов прикладных областей наук о Земле. Он представляет собой уникальный картографический продукт с наиболее полными и научно обоснованными характеристиками картографируемого явления – геомагнетизма.

Впервые создана автоматизированная алгоритмическая система для распознавания техногенных аномальных событий в геомагнитных измерениях с применением аппарата нечеткой логики и распознавания образов. Система по эффективности и точности сравнима с соответствующими методами, которые вручную применяются в рамках программы ИНТЕРМАГНЕТ. Оптимизирована система обучения алгоритмов и создан формализованный метод оценки эффективности работы алгоритмов в задаче распознавания аномальных событий техногенной природы на магнитограммах в периоды спокойного магнитного поля и повышенной активности. При помощи разработанной алгоритмической системы проведено автоматизированное распознавание техногенных

аномалий на секундных магнитных данных и выработаны критерии качества, применимые к секундным и полусекундным данным. Применение разработанной алгоритмической системы распознавания техногенных аномалий в непрерывном режиме позволяет получать окончательные (верифицированные) данные в режиме, близком к реальному времени. Последнее дает возможность более эффективного решения задач в области оперативного моделирования и космической физики.

Существенно развита система наземных наблюдений магнитного поля Земли на территории РФ. К принципиальным достижениям в этой области относятся расширение сети наблюдений в РФ с помощью развертывания новых обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ и создание Российско-украинского центра сбора и обработки геомагнитных данных на базе ГЦ РАН (<http://geomag.gcras.ru/>). По ряду характеристик центр превосходит зарубежные аналоги за счет внедренных методов автоматизированного анализа поступающих данных и привязки вариационных данных к абсолютным значениям по мере их поступления.

Разработан метод распознавания и мониторинга геомагнитной активности на основе всей совокупности наземных наблюдений магнитного поля Земли с использованием дискретного математического анализа (ДМА) и ГИС-технологий. Метод, осуществляя распознавание, позволяет следить за динамикой распространения магнитных бурь в режиме реального времени. Оценка геомагнитной активности в различных регионах Земли дается в единой шкале, учитывая ее региональную специфику. Метод не требует выявления магнитоспокойных дней для определения Sq-вариации. Разработанная мера аномальности позволяет анализировать внутреннюю тонкую структуру магнитных бурь, динамику их развития, как по всему земному шару, так и в пределах отдельных регионов. Метод был опробован на примере двух сильных геомагнитных бурь, наблюдаемых во время 23-го солнечного цикла, на базе всей мировой сети магнитных обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ с минутной регистрацией данных.

На базе ДМА разработан алгоритмический метод распознавания аномальных событий на временных рядах вариаций придонного давления воды, регистрируемых мировой сетью придонных датчиков гидростатического давления в открытом океане. Созданная система позволяет обнаруживать в накопленных данных события, не отраженные в имеющихся мировых каталогах землетрясений и цунами в силу их небольшой магнитуды. Метод применялся в решении задачи распознавания на записях наблюдений системы DART-2 (глубоководная система обнаружения волн цунами) временных участков, соответствующих сигналам от подводных землетрясений (Р-волн) и волн цунами.

Создана многодисциплинарная интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России и сопредельных государств» (<http://gis.gcras.ru/>), пополняемая новыми геопространственными геолого-геофизическими данными. В настоящее время ведется разработка аналитической компоненты ГИС на базе математических методов интеллектуального анализа данных.

#### **Должности в национальных и международных комитетах и организациях:**

##### Национальные должности:

С 2013 г. вице-председатель секции экспертной группы Научно-координационного совета ФЦП по приоритетному направлению «Рациональное природопользование», в 2015-2017 гг. член Совета по формированию единой системы информационного обеспечения научных исследований при Федеральном агентстве научных организаций. С 2017 г. член Комиссии по кадровым вопросам Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

##### Международные должности:

С 2017 г. российский национальный делегат в Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии Международного геодезического и геофизического союза. С 2015 г. председатель Межведомственной комиссии по истории Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии Международного геодезического и геофизического союза, с 2014 г. председатель целевой группы «Интероперабельность научных данных наблюдений Земли и космоса» Комитета по научно-технологическим данным при Международном совете по науке, с 2017 г. вице-председатель Комиссии по данным и информации Международного геодезического и геофизического союза. В 2010-2016 гг. являлся приглашенным профессором в Парижском институте физики Земли. В 2008 и 2010 гг. был приглашенным исследователем в Национальном центре геофизических данных США (Болдер, шт. Колорадо). В 2004 г. являлся приглашенным исследователем в Лаборатории вулканологии Университета Клермон-Ферран (Франция).

##### Редакторская деятельность:

С 2015 г. член редколлегии журнала Data Science Journal, с 2017 г. член редколлегии журнала Президиума РАН «Исследование Земли из космоса», с 2017 г. главный редактор журнала «Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН».

#### **Публикации:**

Список научных публикаций включает в себя более 70 статей в отечественных и зарубежных научных журналах, 2 монографии, более 80 тезисов докладов на российских и

международных научных конференциях, а также свыше 10 свидетельств о государственной регистрации интеллектуальной собственности.