

УДК 523.44

«ПРОГРАММА КООРДИНИРОВАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ»: ПРЕДПОСЫЛКИ, СОЗДАНИЕ И ПЕРВЫЙ ОПЫТ КООРДИНИРОВАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ¹

Ибрагимов М. А.², Барабанов С. И.³, Баканас Е. С.⁴, Нароенков С. А.⁵, Рыхлова Л. В.⁶, Шустов Б. М.⁷, Крючков С. В.⁸, Караваев Ю. С.⁹, Коробцев И. В.¹⁰, Цуккер Т. Г.¹¹, Кайзер Г. Т.¹², Скрипниченко П. В.¹³, Вибе Ю. З.¹⁴, Бурданов А. Ю.¹⁵, Захарова П. Е.¹⁶, Бикмаев И. Ф.¹⁷, Гумеров Р. И.¹⁸, Хамитов И. М.¹⁹, Сахибуллин Н. А.²⁰, Девяткин А. В.²¹, Горшанов Д. Л.²², Наумов К. Н.²³, Андреев М. В.²⁴, Сергеев А. В.²⁵, Иванов А. Л.²⁶, Иванов В. А.²⁷, Лысенко В. Е.²⁸, Вольвач А. Е.²⁹, Николенко И. В.³⁰, Афанасьев В. Л.³¹

“PROJECT ON COORDINATED OBSERVATIONS OF HAZARDOUS OBJECTS”:
BACKGROUND, CREATION, AND FIRST EXPERIENCE

Ibrahimov M. A., Barabanov S. I., Bakanas E. S., Naroenkov S. A., Rykhlova L. V., Shustov B. M., Kryuchkov S. V., Karavaev Yu. S., Korobtsev I. V., Tsukker T. G., Kaizer G. T., Skripnichenko P. V., Wiebe Yu. Z., Burdanov A. Yu., Zaharova P. E., Bikmaev I. F., Gumerov R. I., Khamitov I. M., Sahibullin N. A., Devyatkin A. V., Gorshanov D. L., Naumov K. N., Andreev M. V., Sergeev A. V., Ivanov A. L., Ivanov V. A., Lysenko V. E., Volvach A. E., Nikolenko I. V., Afanas'ev V. L.

Cooperative astronomical “Project on coordinated observations of hazardous objects” had been initiated by INASAN in June 2012. An observational network incorporated 10 observatories was created in the framework of the Project. The first network coordinated session on hazardous asteroid Apophis had been carried out in Jan–Feb 2013. Collaboration between observatories and INASAN’s data collection center as well as some cooperative observations and some joint data reduction procedures were tested during this session. Some preliminary results of the cooperative observations of Apophis are presented in the paper.

Keywords: hazardous asteroids and comets, observational network, spectral, photometrical, astrometrical observations.

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (12-02-90444-Укр_а), Программы 22 Президиума РАН (ГК № 851-2131/ 12 от 06.12.2012 между ЦНИИмаш и Роскосмосом на НИР «Магистраль» (Облик)).

²Ибрагимов Мансур Акбарович, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник отдела космической астрометрии Института астрономии РАН; e-mail: mansur@inasan.ru.

³Барабанов Сергей Иванович, канд. физ.-мат. наук, заведующий Звенигородской обсерваторией Института астрономии РАН; e-mail: sbarabanov@inasan.ru.

⁴Баканас Елена Сергеевна, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник отдела космической астрометрии Института астрономии РАН; e-mail: alena@inasan.ru.

⁵Нароенков Сергей Алексеевич, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник Института астрономии РАН; e-mail: snaroenkov@inasan.ru.

⁶Рыхлова Лидия Васильевна, д-р физ.-мат. наук, заведующий отделом космической астрометрии Института астрономии РАН; e-mail: rykhlova@inasan.ru.

⁷Шустов Борис Михайлович, д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН, директор Института астрономии РАН; e-mail: bshustov@inasan.ru.

⁸Крючков Сергей Викторович, ведущий инженер Института астрономии РАН; e-mail: skruch@inasan.ru.

⁹Караваев Юрий Степанович, старший научный сотрудник Института солнечной и земной физики СО РАН; e-mail: y-kar@bk.ru.

¹⁰Коробцев Иван Владимирович, младший научный сотрудник Института солнечной и земной физики СО РАН; e-mail: korobtsev@yandex.ru.

¹¹Цуккер Татьяна Гарриевна, ведущий инженер-программист Института солнечной и земной физики СО РАН; e-mail: tania@iszf.irk.ru.

¹²Кайзер Галина Тимофеевна, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией астрометрических измерений Астрономической обсерватории Уральского федерального университета; e-mail: gal-kai@yandex.ru.

Введение

В связи с челябинским событием 15 февраля 2013 г. остро встал вопрос о проведении в России системных работ и мероприятий по разработке Федеральной целевой программы (ФЦП) по противодействию космическим угрозам. Проект Концепции такой программы был подготовлен и представлен в Роскосмос [1].

Для отработки технологии общероссийской координации в июне 2012 г. (за полгода до Челябинского события) секция «Астероидно-кометная опасность» Экспертной рабочей группы по космическим угрозам Совета РАН по космосу (далее Экспертная группа) и ИНАСАН предложили идею инициативного научно-технического проекта, получившего название «Программа координированных наблюдений опасных объектов» (далее Программа). Предполагалось,

что в случае успешных результатов Программы из ее наиболее активных и полезных партнерских организаций будет сформирована постоянно действующая российская сеть по предупреждению космических угроз. Осуществление Программы начато с проведения координированных наблюдений астероида Апофис. В данной работе описан этот первый опыт работы в кооперации.

1. Об участниках «Программы координированных наблюдений опасных объектов»

Список наблюдателей и наблюдательных средств, который может быть взят за основу при решении задачи мониторинга (исследования) опасных небесных тел на системном уровне, в настоящее время представлен как отдельными группами квалифицированных наблюдателей из различных

¹³Скрипниченко Павел Вадимович, инженер-исследователь Уральского федерального университета; e-mail: savl-silverheart@rambler.ru.

¹⁴Вибе Юлия Зигфридовна, ведущий инженер Астрономической обсерватории Уральского федерального университета; e-mail: julia.vibe@urfu.ru.

¹⁵Бурданов Артем Юрьевич, инженер-исследователь Астрономической обсерватории Уральского федерального университета; e-mail: artem.bourdanov@gmail.com.

¹⁶Захарова Полина Евгеньевна, канд. физ.-мат. наук, директор Астрономической обсерватории Уральского федерального университета; e-mail: Polina.Zakharova@usu.ru.

¹⁷Бикмаев Ильфан Фяритович, д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета; e-mail: Ifan.Bikmaev@ksu.ru.

¹⁸Гумеров Рустем Исакович, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета; e-mail: Rustem.Gumerov@ksu.ru.

¹⁹Хамитов Ирек Мунавирович, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник Национальной обсерватории ТЮБИТАК, Турция; e-mail: Irek_Khamitov@hotmail.com.

²⁰Сахибуллин Наиль Абдуллович, д-р физ.-мат. наук, академик АН Республики Татарстан, заведующий кафедрой астрономии и космической геодезии Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета; e-mail: Nail.Sakhbullin@ksu.ru.

²¹Девяткин Александр Вячеславович, д-р физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе, заведующий отделом позиционной астрономии Главной астрономической обсерватории РАН; e-mail: adev@gao.spb.ru.

²²Горшанов Денис Леонидович, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Главной астрономической обсерватории РАН; e-mail: dengorsh@mail.ru.

²³Наумов Константин Николаевич, научный сотрудник Главной астрономической обсерватории РАН; e-mail: dengorsh@mail.ru.

²⁴Андреев Максим Владимирович, ведущий инженер Терскольского филиала Института астрономии РАН; e-mail: starmax78@mail.ru.

²⁵Сергеев Александр Васильевич, канд. техн. наук, заместитель директора Терскольского филиала Института астрономии РАН; e-mail: Geptod@yandex.ru.

²⁶Иванов Александр Леонидович, заведующий обсерваторией Кубанского государственного университета; e-mail: ial63@yandex.ru.

²⁷Иванов Виктор Александрович, инженер Кубанского государственного университета; e-mail: ial63@yandex.ru.

²⁸Лысенко Вадим Евгеньевич, преподаватель Кубанского государственного университета; e-mail: ial63@yandex.ru.

²⁹Вольвач Александр Евгеньевич, доктор физ.-мат. наук, заместитель директора НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория»; e-mail: volvach@crao.crimea.ua.

³⁰Николенко Игорь Викторович, научный сотрудник НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория»; e-mail: niki63@yandex.ru.

³¹Афанасьев Виктор Леонидович, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник Специальной астрофизической обсерватории РАН; e-mail: vafan@sao.ru.

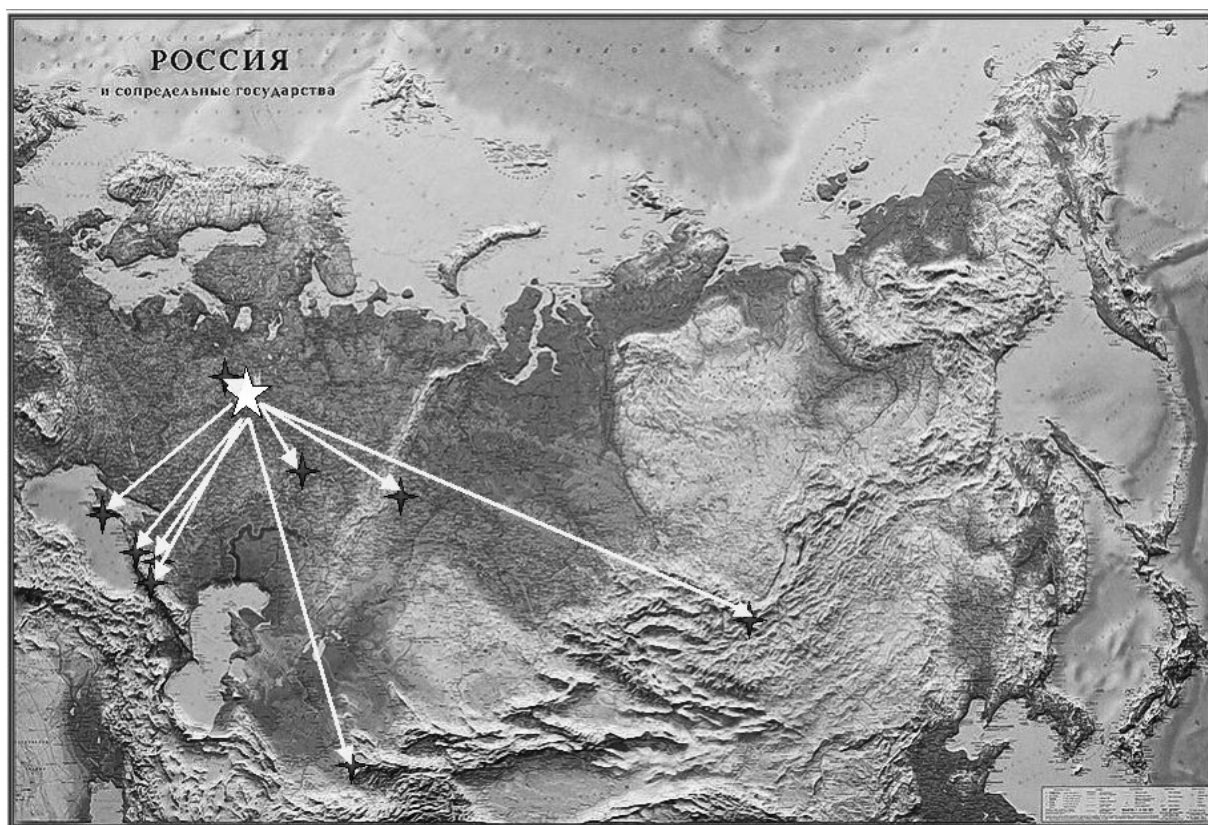


Рис. 1. Схема пунктов, участвовавших в координированных наблюдениях Апофиса. Белый 5-конечной звездой обозначен ИНАСАН, темными 4-конечными звездами обозначены 9 отдельных наблюдательных пунктов сети. Не нанесены на схему пункты САО и РТТ-150 (филиал К(П)ФУ). Стрелками показаны организационные связи

астрономических учреждений, так и уже сформированными наблюдательными сетями, крупнейшими из которых являются сети ISON (International Scientific Observational Network) [2] и МАСТЕР (Mobile Astronomical System of the TElescope-Robots) [3]. Координация работ как между этими двумя сетями, так и общая координация отечественных работ по опасным небесным объектам пока не отлажена. Приводимые и обсуждаемые в настоящей работе материалы являются первым в России практическим шагом в разработке и проверке упомянутой схемы координации.

Принимая во внимание очередное сближение с Апофисом в 2013 г., координаторами Программы была проведена организационная работа для формирования команды и проведения в рамках Программы первого координированного сета наблюдений по Апофису. К началу января 2013 г. команда Программы была сформирована и включала 10 обсерваторий и более 30 исследователей. В таблице приведен список задействованных в сети по Апофису наблюдательных пунктов

Программы. На рис. 1 представлена схема распределения пунктов.

2. Наблюдения Апофиса в период с 15 января по 1 марта 2013 г.

Спектральные, фотометрические и позиционные наблюдения Апофиса в рамках Программы проводились в единый полутрехмесячный сет с 15 января по 1 марта 2013 г. В целях унификации как самих наблюдений на различных пунктах и инструментах, так и последующей обработки полученных данных была разработана и распространена среди участников единая унифицированная методика наблюдений.

Спектральные наблюдения Апофиса планировалось провести на трех телескопах Программы: 6 м телескопе БТА, 2 м телескопе обсерватории Пик Терскол и 1,5 м телескопе РТТ-150 обсерватории ТЮБИТАК. По погодным и техническим причинам наблюдения состоялись только на спектрографе РТТ-150. Запланированные позиционные

Список партнерских организаций Программы, подразделений, контактных лиц и оборудования

№ п/п	Аббревиатура организации	Подразделение организации	Контактные лица	Оборудование, задачи *
0	ИНАСАН (Москва)	Экспертная группа, координаторы	Ибрагимов М.А., Барабанов С.И.	координация Программы
1	ИСЗФ СО РАН (Иркутск)	Саянская солнечная обсерватория	Караваев Ю.С.	1,6 м АЗТ-33ИК: RADec, CCD-BVRI
2	УрФУ (Екатеринбург)	Коуровская астрономическая обсерватория	Захарова П.Е., Кайзер Г.Т.	50 см СБГ, 40 см МАСТЕР-II Урал: RADec, CCD-VR
3	К(П)ФУ (Казань)	Телескоп РТТ-150 (Анталья, Турция) Астрономическая обсерватория им. Энгельгардта (АОЭ)	Бикмаев И.Ф. Нефедьев Ю.А.	Комплекс Mini-MegaTORTORA: RADec, CCD-BVR 1,5 м РТТ-150: RADec, CCD-BVRI, SpR100
4	ГАО РАН (Санкт-Петербург)	Горная астрономическая станция (ГАС, Кисловодск)	Девяткин А.В.	50 см MTM-500: RADec, CCD-BVRI
5	ТФ ИНАСАН (Терскол, КБР)	Обсерватория Пик Терскол	Сергеев А.В.	2 м Цейсс-2000, 60 см Цейсс-600: RADec, CCD-BVR, SpR100
6	САО (Нижний Архыз, КЧР)	Специальная астрофизическая обсерватория	Афанасьев В.Л.	6 м БТА: SpR100
7	КубГУ (Краснодар)	Астрофизическая обсерватория КубГУ	Иванов А.Л.	50 см телескоп: RADec, CCD-R
8	Звенигород (Мос. область)	Звенигородская обсерватория ИНАСАН	Барабанов С.И.	60 см Цейсс-600: RADec, CCD-0
9	НИИ КрАО (Научный, Украина)	Обсерватория Симеиз	Вольвач В.А.	1 м Цейсс-1000: RADec, CCD-BVRI
10	АИ АН РУз (Ташкент, Узбекистан)	Майданакская астрономическая обсерватория	Эгамбердиев Ш.А.	1,5 м АЗТ-22, 60см Цейсс-600: RADec, CCD-BVRI

* 1) Позиционные измерения обозначены RADec, фотометрические без фильтра обозначены CCD-0, фотометрические одно- и многоцветные измерения CCD-R, CCD-VR, CCD-BVR и CCD-BVRI. Сокращением SpR100 обозначены спектральные наблюдения с $R \sim 100-500$.

2) Комплекс «Mini-Mega-TORTORA» АОЭ представляет собой широкоугольный мульти-объективный телескоп, состоящий из 9 независимых подвешенных короткофокусных светосильных объективов в единой раме. Комплекс будет использоваться в Программе с 2014 г.

и фотометрические наблюдения удалось получить на всех пунктах Программы. С учетом сугубо неблагоприятной погодной ситуации, имевшей место на территории России в зимние месяцы 2013 г., можно определенно сказать, что в части позиционных и фотометрических наблюдений проведен успешный сет и получен ценный наблюдательный материал.

Как отмечалось выше, к участию в сеансе координированных наблюдений Апофиса приглашались руководство и ресурсы двух российских сетей МАСТЕР и ISON. К сожалению, ни коллаборации, ни координации между Программой и упомянутыми сетями в

зимний сет провести не удалось. В этой связи следует отметить, что несмотря на безрезультативность контактов с руководителями, сотрудничество на отдельных инструментах сетей (40 см телескоп МАСТЕР-II Урал, см. таблицу) оказалось достаточно успешным.

3. Обсуждение результатов

В сеансе по Апофису участвовало 9 наблюдательных пунктов. Материал набран большой и все еще находится в стадии обработки и анализа. Результаты планируется опубликовать в следующей коллективной работе участников Программы. Ниже приво-

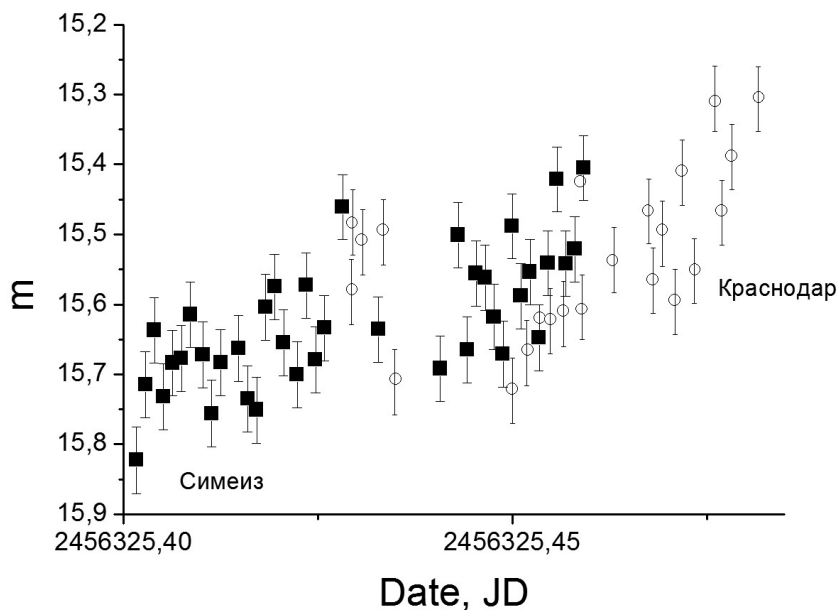


Рис. 2. Фрагмент кривой блеска Апофиса по R-наблюдениям 1 февраля 2013 г. (Симеиз — зачерненные квадратики, АО КубГУ — пустые кружки). Хорошо заметно монотонное нарастание блеска объекта на $\sim 0,3$ величины

дится обсуждение важных для дальнейшего развития и совершенствования Программы общих итогов первого сеанса.

Важным достижением Программы является проведение спектральных наблюдений. Они требуют больших 2–6 м телескопов и в Программе задействованы практически все доступные российские телескопы таких размеров (таблица). В сеансе по Апофису 20 февраля 2013 г. на телескопе РТТ-150 получены несколько спектров с разрешением $R \sim 500$.

Набраны хорошие ряды (с учетом погодных пробелов) позиционных и фотометрических наблюдений. Представительные ряды позиционных наблюдений получены в Коровской обсерватории, в ГАС ГАО РАН и АО КубГУ. Многоцветные фотометрические ПЗС-наблюдения, полученные в обсерваториях Саянской, ТЮБИТАК, Пик Терскол, Симеиз и станции ГАС ГАО РАН, представляют несомненную ценность для исследования вращения и уточнения цветовых характеристик Апофиса. На рис. 2 приведен фрагмент кривой блеска Апофиса, полученный по R-наблюдениям 1 февраля 2013 г. в обсерваториях Симеиз и АО КубГУ.

В аспекте дальнейшего развития и прогресса Программы также следует упомянуть

необходимость оснащения пунктов сети широкоугольными инструментами для мониторинга и поисковых работ. Упомянувшиеся выше планы по использованию (пока единственного в рамках Программы) комплекса «Mini-Mega-TORTORA» в АОЭ (см. прим. к таблице) лишь отчасти решают эту проблему.

Выводы

В целях системного подхода к решению проблемы АКО в Российской Федерации в 2012 году была впервые создана специализированная научная кооперация для теоретической и практической разработки вопросов общероссийской координации поисковых, мониторинговых и исследовательских работ по предупреждению космических угроз. Первый сет координированных наблюдений в рамках кооперации проведен по астероиду Апофис в период 15 января – 1 марта 2013 г. При осуществлении этого сета были получены следующие результаты.

Разработаны унифицированные методические рекомендации по подготовке, проведению наблюдений и анализу наблюдательной информации.

На основе 10 обсерваторий создана наблюдательная сеть, которая в течение 1,5 мес. проводила наблюдения астероида Апофис. Результаты полученных в первом сете данных будут опубликованы в следующей работе кооперации.

В заключение обратим внимание читателей на такое (случайное?) совпадение. Челябинское событие, вызвавшее столь значительный всплеск интереса к проблеме АКО как в России, так и в мире вообще, случилось 15 февраля и пришлось, как говорят, «в самый разгар» первого пионерского для России координированного сета наблюдений опасных объектов, описанного в настоящей работе. Такое совпадение служит, пожалуй, главным («небесным») подтверждением важности и своевременности предпринятой авторами инициативы по осуществлению в Российской Федерации целенаправлен-

ного системного решения задачи парирования космических угроз.

Литература

1. Шустов Б. М., Рыхлова Л. В., Кулешов Ю. П., и др. Концепция системы противодействия космическим угрозам: астрономические аспекты // Астрон. вестн. 2013. Т. 47. №4. С. 327–340.
2. Молотов И. Е., Агапов В. М., Куприянов В. В., и др. Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений // Известия Главной астрономической обсерватории в Пулкове. 2009. № 219. Вып. 1. С. 233–248.
3. Kornilov V. G., Lipunov V. M., Gorbovskoy E. S., et al. Robotic optical telescopes global network MASTER II. Equipment, structure, algorithms // Experimental Astronomy. 2012. Vol. 33. Iss. 1. P. 173–196.

Ключевые слова: астероидно-кометная опасность, наблюдательная сеть, спектральные, фотометрические, позиционные наблюдения.

Статья поступила 10 октября 2013 г.

Институт астрономии РАН, г. Москва

Звенигородская обсерватория Института астрономии РАН, г. Звенигород

Институт солнечной и земной физики СО РАН, г. Иркутск

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Национальная обсерватория ТЮБИТАК, Турция, г. Анталья

Главная астрономическая обсерватория РАН, г. Санкт-Петербург

Терскольский филиал Института астрономии РАН, Кабардино-Балкария, пос. Терскол

Кубанский государственный университет, г. Краснодар

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Украина, пос. Научный

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Карачаево-Черкесская Республика, пос. Нижний Архыз

© Ибрагимов М. А., Барабанов С. И., Баканас Е. С., Нароенков С. А., Рыхлова Л. В., Шустов Б. М., Крючков С. В., Караваев Ю. С., Коробцев И. В., Цуккер Т. Г., Кайзер Г. Т., Скрипниченко П. В., Вибе Ю. Э., Бурданов А. Ю., Захарова П. Е., Бикмаев И. Ф., Гумеров Р. И., Хамитов И. М., Сахибуллин Н. А., Девяткин А. В., Горшанов Д. Л., Наумов К. Н., Андреев М. В., Сергеев А. В., Иванов А. Л., Иванов В. А., Лысенко В. Е., Вольвач А. Е., Николенко И. В., Афанасьев В. Л., 2013