

УДК 523

## ГЕНЕРАЛЬНАЯ АССАМБЛЕЯ МЕЖДУНАРОДНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА В ВЕНЕ: В ПРЕДДВЕРИИ СТОЛЕТИЯ МАС

© 2019 г. М. Я. Маров<sup>а</sup>, И. И. Шевченко<sup>б</sup>

<sup>а</sup>Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, 119991 Россия

<sup>б</sup>Главная(Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, 196140 Россия

\*e-mail: iis@gaoran.ru

Поступила в редакцию 30.10.2018 г.

После доработки 30.10.2018 г.

Принята к публикации 30.10.2018 г.

Дан обзор научных и организационных итогов 30-й Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза, прошедшей 20–31 августа 2018 г. в столице Австрии Вене.

DOI: 10.1134/S0320930X1902004X

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

С 20-го по 31-е августа 2018 г. столица Австрии Вена принимала 30-ю Генеральную ассамблею (ГА) Международного астрономического союза (МАС, IAU), объединяющего в настоящее время свыше 13500 профессиональных астрономов – исследователей из более чем ста стран мира. Официальная миссия МАС состоит в продвижении и содействии астрономии во всех ее направлениях на основе международного сотрудничества.

О международном значении этого мероприятия, а также и о самом позитивном отношении к нему австрийского государства, говорит тот факт, что оно проходило под патронажем федерального президента Австрии. Исторически, начиная еще со времен Иоганна Кеплера, астрономия пользуется самым глубоким уважением и поддержкой австрийского общества и государства.

“Австрийский центр Вена” (Austria Center Vienna, ACV, фото 1) – часть Венского международного центра. В свою очередь, Венский международный центр, открытый в 1980 г., – одна из четырех штаб-квартир Организации Объединенных Наций, наряду со штаб-квартирами в Нью-Йорке, Женеве и Найроби. ACV построен в 1983–1987 гг. по проекту австрийского архитектора Johann Staber в районе Вены Донауштадт. Расположенный на острове, омываемом двумя рукавами Дуная, Донауштадт знаменит также Дунайским парком и телевизионной башней Donauturm – одним из самых высоких сооружений Европы. Последняя служит прекрасным ориентиром для всех приезжающих, в чем смогли убедиться и участники ГА. ACV вмещает 24 конгресс-зала, 180 офисов

и конференц-аудиторий. Его выставочная площадь составляет 22000 кв. м, что делает ACV одним из крупнейших международных конференц-центров. В нем регулярно проводятся разнообразные научные и бизнес-конгрессы и симпозиумы, а также балы, банкеты и торговые ярмарки.

Генассамблея 2018 г. отличалась, прежде всего, тем, что она проводилась в преддверии 100-летнего юбилея МАС. МАС был организован в 1919 г. Генассамблеи проводились регулярно каждые три года, за исключением периода Второй мировой войны. Нынешняя ассамблея стала тридцатой. Предыдущая, 29-я, встреча состоялась на далеких островах Тихого океана, в Гонолулу (Гавайские острова, США) в 2015 г. По прошествии трех лет, в 2018 г., более 3000 ученых со всего мира собрались в очередной раз, на этот раз в центральной Европе, в Вене, чтобы выступить с докладами о современных астрономических исследованиях, обсудить актуальные результаты и очередные разнообразные организационные вопросы. С российской стороны в работе нынешнего форума принимало участие около ста исследователей, многие из которых выступали с устными и письменными докладами.

Совершенно очевидно, что отдельному участнику невозможно было охватить всю обширную почти двухнедельную программу Генассамблеи, включавшей в себя тематические симпозиумы, специальные сессии, междисциплинарные дискуссии, приглашенные лекции и множество других, в том числе научно-организационных, мероприятий. Все это сопровождалось многочисленными выставками, презентациями, приемами.

Естественно поэтому, что каждый из участников выбирал только те разделы программы, которые в наибольшей степени отвечали его научным интересам, и, конечно, доклады/лекции общенаучного значения. Это касалось и авторов данного сообщения, призванного дать самое общее представление о прошедшем мероприятии и коснуться, в основном, разделов, в наибольшей степени относящихся к тематике журнала “Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы”, которые содержались в программе 30-й Генассамблеи МАС.

### ПРОГРАММА ГА: СИМПОЗИУМЫ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ СЕССИИ

Научная программа ассамблеи в целом отражала все основные направления современных астрономических исследований. Она включала 7 симпозиумов, 19 специальных тематических сессий (focus meetings), а также мероприятия в рамках девяти отделений, или дивизионов (divisions) МАС.

**Симпозиумы.** Наиболее представительными научными событиями ГА традиционно стали симпозиумы МАС:

– IAU S343 “Почему для галактик важны AGB-звезды: сохраняющийся вызов на протяжении космического времени” (“Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time”),

– IAU S344 “Карликовые галактики: из глубин Вселенной до современной эпохи” (“Dwarf Galaxies: From the Deep Universe to the Present”),

– IAU S345 “Истоки: от протосолнца до первых шагов жизни” (“Origins: From the Protosun to the First Steps of Life”),

– IAU S346 “Массивные рентгеновские двойные: переход от массивных двойных до слияния компактных объектов” (“High-mass X-ray binaries: illuminating the passage from massive binaries to merging compact objects”),

– IAU S347 “Ранняя наука с ELT (EASE)” (“Early Science with ELTs (EASE)”),

– IAU S348 “Астрометрия 21-го века: на пересечении темных и обитаемых пределов” (“21st Century Astrometry: crossing the Dark and Habitable frontiers”),

– IAU S349 “Под одним небом: симпозиум в честь столетия МАС” (“Under One Sky: The IAU Centenary Symposium”).

**Специальные тематические сессии (focus meetings).** Многочисленные актуальные проблемы обсуждались на сессиях, охватывающих сравнительно узкую тематику, с углубленным анализом специальных научных проблем. Они были посвящены следующим разделам астрономии:

– FM1 “Столетие изучения семейств астероидов” (“A Century of Asteroid Families”),

– FM2 “Теплое и горячее барионное вещество в космосе” (“Warm and Hot Baryonic Matter in the Cosmos”),

– FM3 “Радиогалактики: разрешая феномен активных ядер галактик” (“Radio Galaxies: Resolving the AGN phenomenon”),

– FM4 “Магнитные поля вдоль последовательности звездообразования” (“Magnetic fields along the star-formation sequence”),

– FM5 “Привлечение исторических наблюдений для исследования транзитных явлений” (“Understanding historical observations to study transient phenomena”),

– FM6 “Галактический угловой момент” (“Galactic Angular Momentum”),

– FM7 “Радиальные градиенты металличности в галактиках со звездообразованием” (“Radial metallicity gradients in star forming galaxies”),

– FM8 “Новые исследования внегалактических магнитных полей” (“New Insights in Extragalactic Magnetic Fields”),

– FM9 “Солнечная иррадиация: прогресс на физических основах” (“Solar Irradiance: Physics-Based Advances”),

– FM10 “Нанопыль в космосе и астрофизике” (“Nano Dust in Space and Astrophysics”),

– FM11 “Космический телескоп Джеймса Уэбба (JWST): запуск, ввод в эксплуатацию и первый научный цикл” (“JWST: Launch, Commissioning, and Cycle 1 Science”),

– FM12 “Вопросы калибровки и стандартизации в астрономии в УФ-, видимой и ИК-областях спектра” (“Calibration and Standardization Issues in UV-VIS-IR Astronomy”),

– FM13 “Глобальная координация международной деятельности в астрофизике и гелиофизике, из космоса и с поверхности Земли” (“Global Coordination of International Astrophysics and Helio-physics Activities from Space and Ground”),

– FM14 “Роль МАС в глобальной астрономической информационно-просветительской деятельности, современные проблемы и пути объединения разных сообществ” (“IAU’s Role on Global Astronomy Outreach, the Latest Challenges and Bridging Different Communities”),

– FM15 “Астрономия для развития” (“Astronomy for Development”).

**Мероприятия в рамках подразделений (дивизионов) МАС.** Эти мероприятия были еще более узко специализированными; на них обсуждались вопросы, представляющие первостепенный интерес для членов соответствующих отделений. Они включали:

- Дивизион А “Фундаментальная астрономия” (“Fundamental Astronomy”),
- Дивизион В “Приборы, технологии и сбор данных” (“Facilities, Technologies and Data Science”),
- Дивизион С “Образование, информационно-просветительская деятельность и наследие” (“Education, Outreach and Heritage”),
- Дивизион D “Явления высоких энергий и фундаментальная физика” (“High Energy Phenomena and Fundamental Physics”),
- Дивизион Е “Солнце и гелиосфера” (“Sun and Heliosphere”),
- Дивизион F “Планетные системы и астробиология” (“Planetary Systems and Astrobiology”),
- Дивизион G “Звезды и физика звезд” (“Stars and Stellar Physics”),
- Дивизион H “Межзвездное вещество и локальная вселенная” (“Interstellar Matter and Local Universe”),
- Дивизион J “Галактики и космология” (“Galaxies and Cosmology”).

#### ПРОГРАММА ГА: СПЕЦИАЛЬНЫЕ СЕССИИ И ПРИГЛАШЕННЫЕ ЛЕКЦИИ

Огромный интерес участников ассамблеи вызвали специальные сессии и приглашенные лекции. Их тематика дает хорошее представление о том, какие проблемы сейчас находятся на переднем крае астрономии.

На специальную сессию S2, посвященную замечательному объекту, находящемуся на орбите вокруг черной дыры в центре Галактики, было представлено две лекции: Андреа Геза: “Проверка общей теории относительности: измерение гравитационного красного смещения для звезды, проходящей вблизи черной дыры в центре Галактики” (Andrea Ghez, “Testing General Relativity: A Measurement of the Gravitational Redshift of a Star Passing near the Galactic Center Black Hole”) и Фрэнка Эйзенхауэра: “Общерелятивистские эффекты в орбитах звезд вокруг черной дыры в центре Галактики” (Frank Eisenhauer, “General relativistic effects in stellar orbits around the Galactic Center black hole”).

Из приглашенных лекций следует, на наш взгляд, особенно выделить следующие: Марика Бранчези ([Marica Branchesi](#)), Научный институт Гран Сассо, Л’Аквила, Италия: “Новые исследования Вселенной путем гравитационно-волновых наблюдений” (“The new exploration of the Universe through gravitational-wave observations”); Лиза Кеули ([Lisa Kewley](#)), Австралийский национальный университет, Weston Creek ACT, Австралия: “Эволюция галактик в 3D” (“Galaxy Evolution in 3D”). Сюда же следует отнести пленарную

лекцию Шона Эндрюса ([Sean Andrews](#)) “Наблюдая формирование планет” (“Observing Planet Formation”), которая содержала много интересных современных данных о демографии протопланетных дисков.

Излишне говорить о том, насколько актуальными были сообщения о результатах обнаружения гравитационных волн с анализом источников их возникновения при грандиозных столкновениях нейтронных звезд и черных дыр, последствиями (“остатками”) которых (post merging remnants) считают образование наиболее массивных нейтронных звезд и наименее массивных черных дыр (heaviest NSs and lightest BHs). Они в процессах объединения (coalescence) могут создавать бинарные системы, и, возможно, с ними связано обнаружение пульсирующих рентгеновских источников (X-ray pulsating sources).

И, конечно, следует отметить чествование на церемонии открытия ГА лауреатов престижной Международной премии Грубера по космологии 2018 г. – сообщества проекта Планк (Planck Team), Жан-Лу Пюже (Jean-Loup Puget) и Наццарено Мандолези (Nazzeno Mandolesi). Эти премии, учрежденные американской некоммерческой организацией “Фонд Грубера”, присуждаются за выдающиеся работы по пяти разделам наук, включая космологию. Лауреаты этого года получили премии за результаты измерений фонового микроволнового (реликтового) излучения (СМВ) на космическом аппарате Европейского космического агентства “Planck” и их интерпретацию. Измерения, проведенные с высочайшей точностью благодаря использованию приемников, охлаждаемых до температуры, близкой до сотых долей К к абсолютному нулю, позволили получить ряд важных результатов. К ним относятся, в частности, данные об анизотропии интенсивности и поляризации СМВ, в том числе аномалиях (холодных пятнах) на больших угловых масштабах, вариациях красного смещения, тривиальной топологии Вселенной, кривизна которой практически не отличается от нуля. Новые представления о рождении Вселенной и ее эволюции, включающие понятие инфляционной физики, остро ставят вопрос о том, нужна ли новая физика астрофизике, о чем говорил еще полвека назад наш выдающийся ученый, лауреат Нобелевской премии академик В.Л. Гинзбург.

#### О НЕКОТОРЫХ НАУЧНЫХ ИТОГАХ ПО КОСМОГОНИИ И ЭКЗОПЛАНЕТАМ

Этим актуальным вопросам на Генассамблее МАС уделялось много внимания.

Ключевым проблемам образования планет и эволюции Солнечной системы, вплоть до возникновения жизни на Земле, был посвящен сим-

позиум S345 “Истоки: от протосолнца до первых шагов жизни”. Эти же темы обсуждались на заседании Дивизиона F “Планетные системы и астробиология”. Значительное место в тематике этих мероприятий занимала тема экзопланет, которая обсуждалась также на симпозиуме S348, в том числе содержащаяся в программах данных разделов ГА тема астробиологических исследований.

К сожалению, обнаружение признаков обитаемости пока находится за пределами современных методов и инструментов, нет заметного прогресса и в решении теоретических проблем, связанных с зарождением жизни. Не прозвучало новых идей и на данных мероприятиях. Несмотря на упоминание в названии, биологическое направление было представлено на них довольно слабо, в докладах участников не содержалось оригинальных подходов или сколь-нибудь значимых результатов.

Гораздо содержательнее были доклады, посвященные проблемам происхождения планетных систем и ранних этапов эволюции Солнечной системы. Помимо симпозиума S345, организаторы которого предприняли попытку рассмотреть всю последовательность событий, начиная от рождения протосолнца и планет и до появления биологических форм, следует особенно отметить упомянутую выше пленарную лекцию Шона Эндрюса “Наблюдая формирование планет”, в которой был затронут широкий комплекс проблем, касающихся эволюции протопланетных дисков и механизмов рождения планет.

В представленных докладах подробно обсуждались результаты наблюдений структуры и эволюции околозвездных и протопланетных дисков, образование Солнца и солнцеподобных звезд с учетом особенностей галактического окружения Земли и Солнца, физические и химические условия в протосолнечной небуле и ограничения для образования планетных систем у звезд солнечного типа. Несомненный интерес вызвали наблюдательные данные относительно структуры областей звездных сгущений и комплексной связи волокон и магнитных полей с процессами звездообразования и формированием протопланетных дисков. Получены новые данные, подтверждающие сценарий образования звезд в постепенно уплотняющихся кластерах межзвездных облаков. Предполагается, что влиянию такого сгущения подверглось окружение раннего Солнца, что следует из изучения изотопного состава метеоритов. В одном из докладов рассматривались ограничения, налагаемые на окружение рождающейся Солнечной системы содержанием радионуклидов.

Накапливается все больше данных, свидетельствующих о том, что внутренние дисковые субструктуры являются примерно аналогичными. Такие образования в виде колец и комплексных

спиральных образований действительно наблюдались в дисках, и с ними могут быть связаны процессы роста частиц пыли. Локальные области повышенного давления газа могут захватывать твердые частицы, приобретающие скорость движения, близкую к скорости газовой среды. Другими словами, газ влияет на динамику и эволюцию твердых тел (gas drive the solids evolution). Неясно, однако, каков порог размера частиц, увлекаемых газом, и могут ли его флуктуации оказывать влияние на частицы типа гальки (pebbles) и их дальнейший рост, что остается одной из актуальных проблем образования твердых тел в дисках и формирования зародышей планет.

Наибольший прогресс в исследовании областей звездообразования и протопланетных дисков принесло использование системы радиотелескопов ALMA, что позволило, благодаря достигнутому высокому разрешению, выявить неоднородности и ряд упомянутых особенностей в их структуре. К ним относятся, в частности, наблюдения строения нитеобразных образований в созвездии Ориона, свидетельствующих о наличии упорядоченных волокон в массивных облаках. Представляют интерес полученные ALMA совместно с IRAM-PdBI данные о свойствах самых молодых протозвездных дисков, свидетельствующие о том, что крупные диски класса 0 встречаются достаточно редко. Не менее значимы полученные по данным обзора ALMA PLS результаты, касающиеся комплексной химии молодых звезд. По существу, система ALMA позволит уже в ближайшем будущем подойти к возможности разрешения областей формирования звезд и планет.

Традиционно истолкование новых экспериментальных данных проводится с использованием методов компьютерного моделирования. Одновременно в рамках разрабатываемых теоретических моделей предпринимаются попытки лучше понять процессы газовой динамики в протопланетном диске и согласованную картину химической дифференциации в областях формирования дисков вокруг маломассивных протозвездных источников, а также найти подходы к решению одной из ключевых проблем эволюции дисков — укрупнения образующихся частиц и первичных тел в интервале размеров примерно от сантиметров до сотен метров и сопутствующих динамических процессов.

Особое внимание уделялось исследованию протопланетных дисков, в которых могут образовываться планеты типа Земли, для чего необходимо использование интерферометрических измерений в ИК- и радиодиапазонах. Такие измерения уже позволили получить данные о химическом составе и содержании пылевой компоненты дисков и ее возможном взаимодействии с растущими планетами. Хотя прямые наблюдения землепо-

добных планет и их свойств отсутствуют, есть вполне определенные свидетельства их существования у других звезд, что способствует пониманию процесса формирования Земли в Солнечной системе.

Труднее понять возможные условия обитаемости планет на основе доступных данных наблюдений и моделирования. В докладах на симпозиуме S345 авторы затрагивали вопросы происхождения органики и летучих, рассматривая в качестве их источника протопланетные диски. Обсуждались такие темы, как космические пути перехода от межзвездных молекул к первым семенам жизни; взаимодействие между центральной звездой и атмосферами землеподобных планет; условия на ранней Земле с учетом геофизических процессов, включая особенности поверхности и атмосферы; источники происхождения воды и летучих на Земле, Луне и планетах земной группы; возможности создания модели аналога Земли; шаги по пути к обитаемости и появлению ранних форм жизни.

Известно, что вопрос о том, как условия, способствующие появлению жизни, возникают и каковы предпосылки зарождения первых живых организмов, является предметом изучения во многих областях знаний. Вероятно, ожидать непротиворечивого ответа на этот вопрос можно при консолидации усилий специалистов многих дисциплин, и это настоящий вызов для ученых следующего поколения, причем астрономы призваны сыграть здесь важную роль. Определяющий вклад в дальнейший прогресс этого направления фундаментальной науки призваны внести новые астрономические обсерватории и космические аппараты нового поколения.

Конечно, наибольших прорывов следует ожидать на пути изучения экзопланет и экзопланетных систем. Это – ключевая междисциплинарная тема современных астрономических и астрофизических исследований. Как уже говорилось, наблюдениям, интерпретации наблюдений экзопланет, теоретическим исследованиям динамики и процессов формирования экзопланетных систем, особенностям строения атмосфер и внутренней структуры и, конечно, проблемам обитаемости на 30-й ГА было уделено много внимания. Были представлены доклады о методах поиска и обнаружения экзопланет, протопланетных дисков и дебрис-дисков, о планетных системах двойных звезд, о сценариях формирования планетных систем, об их устойчивости и структуре. Менее чем за два десятилетия наши знания об экзопланетах продвинулись настолько далеко, что на новую научную основу ставятся проблемы поиска во Вселенной планет земного типа, находящихся в “зонах обитаемости” родительских звезд. Замечательный пример подобных планет – недавно открытая система TRAPPIST-1.



Рис. 1. “Австрийский центр Вена” (Austria Center Vienna, ACV). Автор фото С.И. Ипатов.



Рис. 2. На одной из сессий 30-й ГА МАС. Автор фото С.И. Ипатов.

Заметным событием 30-й ГА стала презентация фундаментального второго издания “Справочника о экзопланетах” М. Перримана (M. Perryman “Exoplanet Handbook”, Cambridge: Cambridge University Press, 2018), вышедшего в свет как раз ко времени проведения ГА. На страницах этой объемистой книги (952 стр.) отражены все наиболее значимые результаты экзопланетных исследований, в том числе ряд результатов российских ученых.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

На 30-й ГА проводились организационные сессии по всем Дивизионам и состоящим в их организационной структуре Комиссиям МАС. Ими были представлены предложения по дальнейшей

организации работы МАС и астрономических сообществ в основной руководящий орган МАС, которым подготовлены резолюции, вынесенные на голосование делегатов, участвовавших в заключительном заседании ГА. Были приняты пять новых резолюций МАС:

– Резолюция A1: 10-летний стратегический план МАС на 2020–30-е годы (“The 10-year IAU Strategic Plan for the years 2020–2030”),

– Резолюция B1: Геоцентрические и международные земные системы отсчета и координат (“The Geocentric and International Terrestrial Reference Systems and Frames”),

– Резолюция B2: Третья реализация международной небесной опорной системы координат (“The Third Realisation of the International Celestial Reference Frame”),

– Резолюция B3: Сохранение, оцифровка и научное изучение исторических астрономических данных (“The preservation, digitisation and scientific exploration of historical astronomical data”),

– Резолюция B4: Переименование закона Хаббла (“The renaming of the Hubble law”). Теперь этот закон официально называется “закон Хаббла–Леметра”.

Новым президентом МАС стала Эвина ван Дисхук (Ewine van Dishoeck, Нидерланды). Новым генеральным секретарем МАС стала Мария Тереза Лаго (Maria Teresa Lago, Франция).

Подробные сведения о принятых резолюциях и обновленной современной структуре МАС содержатся на сайте МАС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ИЗ ЛИЧНЫХ ВПЕЧАТЛЕНИЙ

В целом, сама программа ГА МАС, включающая пленарные и устные доклады, приглашенные лекции и другие мероприятия, пользовалась большим успехом. Оживленно было на стендовых сессиях. Зачастую аудитории, где проходили приглашенные лекции, были переполнены; в отдельных случаях, чтобы дать возможность выслушать доклад всем желающим, выступления (слайды и звук) транслировались в соседние залы. Так было, например, с пленарной лекцией Ш. Эндрюса о формировании планет.

Особо следует отметить организацию стендовых сессий: постепенно становится популярной и внедряется такая форма представления стендовых докладов, как слайдовая на электронных панелях. При этом интересующий участника доклад выбирается из меню; число слайдов в таком докладе практически не ограничено. И все же, традиционная “плакатная” форма представляется более удобной и приспособленной для живых об-

суждений во время сессий и кофе-брейков. Во всяком случае, скопления участников у электронных панелей не наблюдалось; в основном, зрители и читатели тянулись к плакатам. Стендовые доклады ГА не были сконцентрированы на единой площади (что, наверное было бы удобнее), а были “розданы” по отдельным мероприятиям, оргкомитетам которых и было предоставлено право самим определять временные рамки для стендовых сессий, а также выделять время докладчикам для общих кратких устных комментариев (хотя не на всех мероприятиях такая возможность предоставлялась). Тем не менее огромная выставочная площадь АСВ (22000 кв. м) обеспечила достаточно места для всех участников.

Помимо чисто научной части, программа ГА включала научно-популярные мероприятия, такие как фестиваль “Вдохновляющие звезды” (“Inspiring Stars”), направленный на поддержку и поощрение информационно-просветительской деятельности и преподавания астрономии; приемы по случаю 50-летия журналов “Astronomy and Astrophysics” и “Astrophysics and Space Science” и ряд других встреч.

Как отмечалось выше, представительство России на 30-й ГА составило приблизительно 100 участников и было на уровне Франции или Великобритании, но примерно в два раза меньше, чем Австрии или Германии и в четыре-пять раз меньше, чем США. Вероятно, на уровень нашего представительства в немалой степени повлиял “географический фактор”, а именно сравнительная близость от России страны – хозяйки этого научного форума. Следует отметить деловую и одновременно дружественную атмосферу, царившую на Генассамблее, плодотворные полезные дискуссии, что, несомненно, способствовало укреплению научных контактов и укреплению международного сотрудничества в астрономии.

Следующая (31-я) ГА состоится в 2021 г. в Бусане (Busan, Южная Корея).

Данная обзорная работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-17-01279), РФФИ (грант № 17-02-00507) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 28.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Интернет-сайт 30-й ГА МАС: <https://astronomy2018.univie.ac.at/home/>.

Маров М.Я. Космос. От Солнечной системы вглубь Вселенной. 2-е изд., М.: Физматлит, 2018.

Маров М.Я., Шевченко И.И. Экзопланеты. Экзопланетология. М.-Ижевск: Изд-во “ИКИ”, 2017. 138 с.