

УДК 533.9; 533.951

ОТ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ГОДА (МГГ-1957) К МЕЖДУНАРОДНОМУ ГЕЛИОФИЗИЧЕСКОМУ ГОДУ (ИНУ-2007)

Г.А. Жеребцов

FROM THE INTERNATIONAL GEOPHYSICAL YEAR (IGY-1957) TO THE INTERNATIONAL HELIOPHYSICAL YEAR (IHY-2007)

G.A. Zherebtsov

Кратко охарактеризованы историческая программа «Международный геофизический год» (МГГ), выполнявшаяся в 1957–1958 гг., и проект «Международный гелиофизический год», развернутый в настоящее время (2007–2009). Показаны вклад СССР в выполнение программы МГГ, а также особенности проекта ИНУ-2007.

A brief overview is given on the historical Program «The International Geophysical Year» which was realized in 1957–1958, and on the Project «The International Heliophysical Year» (2007–2009) being in progress now. The USSR contribution to the IGY Program implementation, as well as characteristics of the IHY-2007 Project are shown.

Введение

20 февраля 2007 г. в Вене было торжественно объявлено об открытии с марта 2007 г. важного для астрофизики и гелиофизики научно-исследовательского проекта – “International Heliophysical Year” (ИНУ, «Международный гелиофизический год»). Церемония открытия прошла в рамках проведения соответствующего Международного рабочего совещания под патронажем Венской академии наук совместно с Конференцией Научно-технического подкомитета ООН. Открытию ИНУ была посвящена специальная выставка, на которой были представлены более 50 стендовых докладов участников проекта.

Проект носит глобальный характер. Участниками программы являются, как минимум, 75 государств, представивших свои национальные оргкомитеты. Представляют в проекте практически все 192 страны, являющиеся членами ООН.

На протяжении двух лет (2007–2008 гг.) планируется проведение масштабной программы исследований Солнца, околоземного космического пространства, магнитосферы, ионосферы и атмосферы Земли, а также процессов, определяющих космическую погоду. Предполагается использование всех современных средств исследования, включая как пространственно разнесенные наземные станции, так и внеатмосферную технику на околоземных орбитах и межпланетных трассах. Кооперативный анализ полученных данных будет продолжаться в 2009–2010 гг.

Проекты-предшественники ИНУ

Говоря о проекте ИНУ, необходимо упомянуть и о его предшественниках, которые легли в основу современных международных исследовательских программ в области геофизики и гелиофизики.

Первыми попытками объединить усилия ученых разных стран в области геофизики были программы «Международный полярный год» IPY-1 и IPY-2. Первый из этих проектов был реализован 125 лет назад – в 1883 г.! Трудно представить себе, насколько сложной была эта программа во времена, когда еще не существовала радиосвязь и научные исследования ограничивались в большинстве своем регистрацией метеопараметров, сейсмометрией, магнитометрией и во многом субъективными (хотя и ква-

лифицированными) описаниями энтузиастов-исследователей.

Второй международный полярный год (IPY-2) был начат в 1932 г. Активное участие в полярных исследованиях принял Советский Союз – государство с наибольшей территорией, лежащей в полярных широтах [1]. К сожалению, значительная часть планов международных научных исследований, основанных на организации высокоширотных экспедиций, была подорвана всемирной экономической депрессией того времени. Тем не менее, можно сказать, что именно Международный полярный год-2 вместе с интенсивным развитием отечественной дальней авиации стал для нашей страны основой развертывания беспрецедентных действий в области полярных исследований в конце тридцатых годов прошлого века, включая создание первых дрейфующих станций и организацию трансполярных авиаперелетов.

Несомненно, самой значительной международной научной программой в области гео- и гелиофизики за всю историю человечества стал Международный геофизический год (МГГ) 1957–1959 гг. [2, 3]. Наша цивилизация не знала более крупного, тщательного продуманного и скоординированного эксперимента, в котором принимали участие ученые всего мира. В разное время в МГГ участвовало до 60 000 ученых из 67 государств – от полюса до полюса. Впервые в мире в таких масштабах была организована четко спланированная работа международных и национальных координирующих комитетов. Следует отметить, что, несмотря на политические противоречия эпохи, тесные контакты ученых активно устанавливались именно в это время, что создавало базу для будущего многолетнего взаимодействия.

Отличительной чертой МГГ явились следующие обстоятельства. Именно во время МГГ и отчасти в связи с МГГ был осуществлен технологический прорыв в области исследований космического пространства: ракетная техника впервые позволила запускать искусственные спутники Земли и аппараты к Луне и планетам. Возможности прямых внеатмосферных измерений практически сразу привели к фундаментальному открытию – обнаружению радиационных поясов Земли. Дальнейшие работы да-

ли важные результаты в области изучения формы и параметров магнитосферы, солнечного ветра, межпланетного магнитного поля, характеристик ионосферы. Широкомасштабные проекты мониторинга и изучения океана, Арктики и Антарктики, динамики воздушных масс, циклонической активности, развернутые в последующие десятилетия, развивались на основе, заложенной программой МГГ, с привлечением новых средств исследования – внеатмосферной техники.

Несомненному успеху МГГ способствовал еще один фактор. Программа выполнялась в период максимума наиболее высокого за последние столетия 19 цикла солнечной активности с самыми высокими показателями солнечной активности. Этот период был ознаменован крупнейшими протонными солнечными вспышками, которые сопровождалась сильнейшими проявлениями в земных оболочках – мощными магнитными бурями, сильными полярными сияниями, ионосферными возмущениями. Комплексные наблюдения этих беспрецедентных событий с использованием широкого набора пространственно разнесенных измерительных установок также осуществлялись впервые.

МГГ и отечественная наука

Огромный вклад в реализацию программы МГГ внес Советский Союз [4]. В стране очень серьезно отнеслись к участию в глобальном проекте. Общий ход работ курировался на самом высоком уровне. При Президиуме Академии наук СССР еще в 1954 г. был создан Междуведомственный комитет по подготовке и проведению МГГ под председательством вице-президента АН СССР, академик И.П. Бардина [5]. Кроме того, были созданы ведомственные комитеты.

В целом исследования велись по 13 крупным научным направлениям, включавшим в себя 81 тему исследований – от изучения космических лучей и мониторинга параметров солнечной активности до исследования глубоководных впадин в Тихом океане, проведения гравиметрических измерений [3, 6] и развертывания новых советских антарктических станций «Пионерская», «Комсомольская» и «Оазис» в дополнение к действующим станциям «Мирный», «Восток» и «Советская» [7, 8]. Беспрецедентным вкладом СССР в проект МГГ стал успешный запуск первых в истории человечества искусственных спутников Земли. Третий советский спутник массой 1327 кг был оснащен уникальным комплектом измерительной аппаратуры, успешно работавшей на околоземной орбите [9].

Важной частью программы явилось развертывание метеорологических наблюдений на территории Советского Союза, в отдельных точках акватории Мирового океана и в Антарктиде. В наблюдениях и исследованиях по программе МГГ участвовали 38 обсерваторий и 12 институтов Главного управления Гидрометслужбы СССР, при этом были организованы наблюдения на 292 станциях, помимо штатной метеосети. Всего для метеонаблюдений разного типа использовалось более 500 станций [10].

Специально было построено 17 новых пунктов для радиоветровых наблюдений [7]. Станции аэрологической сети страны осуществляли радиозонди-

рование атмосферы и однопунктные шаропилотные исследования. Для локализации очагов грозовой деятельности в двух пеленгуемых регионах – Европейском и Дальневосточном – осуществлялись радиогониометрические наблюдения за атмосфериками. На 36 станциях наблюдалась прямая, рассеянная и отраженная солнечная радиация. В ряде пунктов специально для МГГ был организован комплекс актинометрических наблюдений. В шести пунктах были начаты измерения концентрации озона [7], 12 станций осуществляли гляциологические исследования [10].

В высокоширотных пунктах были развернуты инструментальные наблюдения полярных сияний. В этих работах приняли участие 34 станции, включая 23 станции, специально созданные в Арктике. Кроме того, визуальные наблюдения сияний осуществлялись на 200 станциях метеосети.

Осуществлялись исследования ионосферы методом вертикального зондирования на 25 станциях Советского Союза, 12 станций участвовали в измерениях вариаций интенсивности различных компонент космического излучения [10].

Обширная программа выполнялась советскими исследователями в области океанографии с помощью экспедиционных работ и стационарных береговых наблюдений. В составе комплексной антарктической экспедиции изучение многих параметров атмосферы и океана осуществлялось экспедицией на борту дизель-электрохода «Обь» в южных широтах Мирового океана.

Важной составляющей исследований по программе МГГ явилась организация исследований Солнца. Специально для выполнения регулярных наблюдений в Ленинградском оптико-механическом объединении была изготовлена серия двоянных фотосферно-хромосферных телескопов АФР, которые были установлены в Крыму, на Горной станции Главной астрономической обсерватории АН СССР в Кисловодске, в Азербайджане, Узбекистане, Казахстане. Телескопы были размещены также в Голосеево (Главная астрономическая обсерватория АН Украины), на Дальневосточной станции (Уссурийск), в НИЗМИР (Троицк), в обсерваториях Киевского и Львовского университетов, на полигоне пос. Зуй организуемого Сибирского института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (Иркутск). На протяжении ряда лет они являлись базовыми инструментами, обеспечивавшими работу Службы Солнца страны. Аналогичные телескопы были поставлены в Китай и Монголию. Всего в наблюдениях Солнца по программе МГГ участвовали 15 обсерваторий [11, 12] на долготном интервале от Дальнего Востока до Львова. В период МГГ советскими учеными были выполнены наблюдения полного солнечного затмения 11 октября 1958 г. в южной части Тихого океана.

Были продолжены и усилены наблюдения по другим направлениям геофизических исследований. Так, параметры магнитного поля Земли измерялись на 30 станциях, а также на борту немагнитного судна «Заря». Наблюдения земных токов выполнялись на 17 станциях. Были развернуты 5 новых вы-

сокоширотных сейсмических станций (3 в Арктике и 2 в Антарктиде, [10]).

Важная часть работ в рамках программы МГГ была связана с определением параметров вращения Земли. Специально для измерения вариаций широты и определения координат географического полюса была изготовлена серия зенит-телескопов «ЗТЛ-180», которыми были оснащены широтные станции в Пулковое, Китабе, Казани, Москве и Иркутске [13]. Новая широтная станция была создана в Благовещенске. Отечественная служба времени, позволяющая определять скорость вращения Земли (продолжительность суток) по регистрации моментов кульминаций наблюдаемых звезд, к периоду МГГ также была усилена. К этому времени три пассажных инструмента в Пулковое, Москве и Иркутске были оснащены первыми фотоэлектрическими установками для регистрации звездных прохождений. Всего астрометрические наблюдения в СССР выполнялись на 19 обсерваториях.

Одно перечисление научных направлений и привлеченных для исследований ведомств, институтов, обсерваторий, стационарных станций заняло бы немало места. В ходе выполнения программы МГГ был получен огромный материал для исследований и анализа, создана современная научно-исследовательская инфраструктура, включая измерительные установки, системы связи и обмена информацией. Была разработана и испытана на деле система взаимодействия различных ведомств и структур, нацеленных на решение исследовательских задач в области геофизики и гелиофизики. Специалисты получили неоценимый опыт участия в комплексных исследованиях, носящих, без преувеличения, глобальный характер. Методы, подходы, технические средства, контакты, связи, включая личное общение между специалистами, которые появились благодаря МГГ, явились мощной основой для продолжения исследований на будущие десятилетия.

Проект «Международный гелиофизический год» (ИНУ)

В новой комплексной научной программе «Международный гелиофизический год» особый акцент сделан на системном изучении солнечно-земных связей и межпланетного космического пространства, определяющих современное понятие «космическая погода» в контексте воздействия внешних по отношению к Земле процессов на земную экосистему. Беспрецедентный опыт программы МГГ полувекковой давности предполагается использовать в полной мере в этом новом расширенном проекте.

В ходе реализации проекта ИНУ решаются три основные задачи:

- расширение нашего понимания базовых гелиофизических процессов, которые управляют Солнцем, Землей и гелиосферой;
- продолжение традиций международных исследований и развитие наследия МГГ;
- демонстрация мировому сообществу важности для человечества и эстетической привлекательности гелиофизики и геофизики.

Для решения этих задач определен набор из внеатмосферных аппаратов и наземных обсерваторий (“Great Observatory”), что должно способствовать значительному прогрессу в общесистемном понимании всей грандиозной и сложно взаимосвязанной гелиогеофизической системы.

Предполагается, что указанные задачи будут решаться в ходе выполнения интенсивной программы деятельности ИНУ, реализация которой началась в марте 2007 г. и закончится в конце 2008 г. В 2009–2010 гг. будет проведен анализ полученных результатов и ряд традиционных мероприятий. Идеологи программы сформулировали шесть основных целей ИНУ:

1. Развитие гелиофизики путем междисциплинарных исследований базовых природных процессов.
2. Изучение отклика магнитосферы и атмосферы Земли на внешние воздействия.
3. Расширение масштабов исследований до внешних границ гелиосферы, включая изучение межзвездной среды.
4. Стимулирование международного взаимодействия в изучении гелиофизических явлений в настоящем и будущем.
5. Сохранение истории и наследия МГГ 1957 г.
6. Широкое оповещение научного сообщества и всего человечества об уникальных результатах ИНУ.

Следует особо отметить две последние цели, которые являются новыми для такого рода проектов. Речь идет фактически о разворачивании широкой пиар-кампании, призванной развернуть общественное мнение во всем мире – от развитых до развивающихся стран – в сторону осознания важности для человечества глубокого и серьезного изучения среды нашего обитания в широком смысле (Солнечной системы). Подразумевается (явно и неявно), что это должно сказаться в будущем на приоритетах, которыми будут руководствоваться законодательные и исполнительные органы власти, определяющие бюджеты и структуру национальных и международных научно-исследовательских программ.

Идеологами ИНУ предложены четыре основные составляющие программы, которые в ее документах названы программными пунктами.

- Научная деятельность, состоящая в основном из совместных исследовательских программ, посвященных изучению расширенных гелиофизических систем и универсальных процессов, общих для всей гелиофизики.
- Программа развития обсерваторий, посвященная созданию обсерваторий и комплексов инструментов, способных значительно расширить наши знания о глобальных геофизических процессах. Эта программа, кроме всего прочего, нацелена на усиление и поддержку научных исследований и естественнонаучного образования в развивающихся странах и регионах, которые ранее не принимали активного участия в космических исследованиях.
- Образование и специальная общественная программа, направленные на рост информированности общества в области гелиофизики, а также на увеличение возможности получения соответствующего образования для студентов всех возрастов.

- Проектом “IGY Gold History” предусмотрены исследования истории и наследия МГГ 1957 г. Предполагается проведение памятных мероприятий в целях сохранения исторической памяти о МГГ, его организаторах и участниках.

Помимо указанных выше отличий программы ИНУ от проекта МГГ 1957 г., есть еще одна важная особенность, отраженная в первом программном пункте. Программа «Международный гелиофизический год 2007» отражает существенные концептуальные изменения в методологии исследований. Речь идет о комплексном изучении всей обширной физической системы – гелиосферы в целом – и ее взаимодействии с космическими объектами, прежде всего с планетами, включая Землю, а также с межзвездной средой. Усилия ученых будут направлены на междисциплинарное исследование универсальных физических процессов в Солнечной системе, наблюдаемых в разнообразных условиях.

Известно, что в Солнечной системе наблюдается целый ряд универсальных процессов и явлений, таких как магнитное пересоединение, ускорение заряженных частиц, генерация и распространение волн в плазме и т. д. Указанные процессы происходят в атмосфере Солнца, магнитосферах планет и в межпланетном пространстве. Физические условия, характеризующие среду, при этом существенно различаются. Так, например, полярные сияния наблюдаются на Земле, Юпитере и Сатурне, а специфические формы авроральных процессов – даже на спутниках Юпитера Ганимеде, Ио и Европе. Это явление можно рассматривать как проявление универсального отклика объектов, обладающих собственными магнитными полями, на резкие изменения в параметрах солнечного ветра. При этом многие характеристики магнитосфер указанных небесных тел существенно различаются. Комплексное междисциплинарное изучение этих процессов, а также сравнение их проявлений в разных условиях должно существенно модифицировать представления о них, улучшить наше понимание универсальных процессов в Солнечной системе. Это, в свою очередь, позволит лучше понять физические процессы, протекающие в системе Солнце–Земля.

Еще один пример подобного рода – изучение ударных волн, распространяющихся в межпланетной среде, магнитосферах планет и в солнечной короне. Принято считать, что волнами ускоряются частицы в солнечной короне, тогда как стоячие ударные волны разделяют области гелиосферы. Можно утверждать, что формирование головной ударной волны и ускорение частиц представляют собой универсальные процессы. Их изучение в разнообразных условиях и сравнительный анализ неизбежно дадут основу для развития новых научных представлений о физике ударных волн в разнообразных средах. Результаты могут помочь более глубоко понимать процессы в околоземном космосе. С другой стороны, они могут оказаться полезными для понимания фундаментальных механизмов протекания аналогичных процессов в других, экстремальных, условиях вблизи активных звезд, ядер галактик, окрестностях черных дыр и т. д.

Кроме того, программа представляет собой качественно новый шаг в исследовании свойств и динамики космического пространства как среды, в которой протекает космическая деятельность человечества. В итоге реализация программы даст новые необходимые знания для обеспечения безопасности пилотируемых космических полетов на Луну и другие планеты.

Таким образом, программа ИНУ продолжает традицию международных исследований и, развивая наследие МГГ-1957, своей главной целью ставит расширение нашего понимания основных физических процессов, управляющих Солнцем, Землей и всей гелиосферой.

Основные научные дисциплины программы:

- солнечная физика;
- магнитосфера планет;
- гелиосфера и космические лучи;
- ионосфера, термосфера и мезосфера планет;
- климатология;
- гелиобиология.

Если первые из указанных дисциплин не нуждаются в комментариях, о последней имеет смысл сказать несколько подробнее. Гелиобиология подразумевает изучение влияния космической среды на биологические системы и процессы, включая эффекты воздействия излучений энергичных частиц на биоту и влияние электромагнитных возмущений на организмы животных, использующих геомагнитное поле для навигации. Если на протяжении 20 века методология исследований преимущественно сводилась к поиску корреляционных связей между численными рядами различных данных, описывающих гелиогеофизические параметры и характеристики живых организмов, а также к поиску, систематизации и классификации связей в этой сложной системе, то сегодня феноменологический метод должен смениться на более глубокий зрелый подход. Его суть заключается в том, чтобы целенаправленно развивать исследования, в которых основную роль должны играть теория, моделирование и поиск физических механизмов, основанные на результатах тщательно и корректно спланированных экспериментов.

Дальнейшее развитие солнечной и космической физики требует новых приборов, инструментов, методов, а также развития комплексных экспериментальных и наблюдательных программ и проектов. Программа ИНУ направлена на решение этих задач. Все это должно обеспечить прорыв в получении новых знаний об окружающем нас пространстве – гелиосфере.

Как и полвека назад, подготовка к реализации программы ИНУ включала в себя ряд организационных мероприятий. Были проведены и проводятся сотни местных, региональных и международных организационных конференций и встреч. Сформированы исследовательские группы по осуществлению действий в рамках ИНУ во всех регионах мира. Большая работа проведена в рамках ООН для подключения к исследованиям и их пропаганде стран Африки, Азии, Латинской Америки, включая те, для которых тематика ИНУ раньше не относилась к разряду приоритетных.

Как отмечалось выше, отечественные ученые внесли огромный вклад в реализацию проекта МГГ полувековой давности. Несмотря на существенные геополитические изменения конца 20 века, Российская Федерация претендует на значительную роль и в современном проекте ИНУ.

Российская академия наук включается в программу ИНУ со своей собственной программой фундаментальных исследований «Солнечная активность и физические процессы в системе «Солнце-Земля», рассчитанной на 2005–2008 гг. Основные направления исследований сводятся к следующим:

- солнечная активность;
- гелиосфера и космические лучи;
- взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой, процессы в магнитосфере Земли;
- взаимодействия в системе «магнитосфера–ионосфера–атмосфера–литосфера».

Программа предусматривает изучение различных по масштабам процессов и явлений на Солнце, в гелиосфере и атмосфере Земли. Набор объектов исследования включает в себя как относительно кратковременные процессы и явления (наиболее яркие примеры – солнечные вспышки, выбросы корональной массы и развитие корональных дыр), так и долговременные (11-летний, 22-летний и вековой циклы солнечной активности и их проявление в гелиосфере и оболочках Земли).

В отличие от МГГ, который проводился в эпоху экстремально высокого максимума солнечной активности, программа ИНУ разворачивается на спаде минимума солнечного цикла. В этот период трудно планировать изучение мощных солнечных вспышек, крупных активных областей и комплексов активности. Но фаза минимума делает удобным изучение другого набора объектов, например, крупномасштабных магнитных полей на Солнце, которые развиваются без помех со стороны локальных активных областей, корональных дыр, а также полярных зон Солнца и ярких рентгеновских точек. Если же вспышки будут все-таки наблюдаться в этот период, это даст возможность исследования рафинированных случаев событий в изолированных активных областях без сложно учитываемого влияния соседних активных магнитных структур. Солнце уже предоставило ученым такую возможность (можно упомянуть изолированный комплекс активности (долгоживущую группу пятен), который в декабре 2006 г. произвел серию неожиданно мощных вспышек, сопровождавшихся сильными геофизическими эффектами).

Отечественной программой предусмотрено также изучение различных типов колебаний на Солнце методами солнечной сейсмологии, включая применение этих методов к корональным структурам. В программу входит также изучение активных областей, эруптивных событий, выбросов корональной массы, солнечных космических лучей.

Отдельный раздел программы РАН включает изучение геофизических аспектов гелиогеофизики, таких как взаимодействия в системе магнитосфера–ионосфера–атмосфера, солнечная переменность и глобальная климатическая система Земли, гелио-

биология, а также фундаментальная проблема «Солнце – сейсмичность Земли».

Около 20 научных институтов РАН, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН принимают участие в отечественной программе. Координация ее работы поручена мне. Всего же в мероприятиях и проектах ИНУ задействованы около 100 наземных телескопов и геофизических установок, а также до 50 институтов и обсерваторий, расположенных в 10 часовых поясах – от Камчатки и Уссурийска до Калининграда и Северного Кавказа. Благодаря огромной долготной протяженности России, гелиофизические и геофизические наблюдения на территории страны, особенно в ее высокоширотной части, незаменимы при исследовании глобальных характеристик планеты и при организации непрерывных наблюдений Солнца в рамках программы «Международный гелиофизический год».

Следует отметить, что в отличие от программы МГГ полувековой давности, когда государством были сделаны значительные целенаправленные инвестиции в инструментальное переоснащение отечественной науки, национальная подпрограмма ИНУ выполняется научными учреждениями России в рамках их планового государственного финансирования. Дополнительные средства на проведение исследований и обновление инструментальной базы не предусмотрены. Несомненно, это не может не сказаться на значимости результатов проводимых исследований и величине вклада отечественной науки в масштабный международный проект. Программа МГГ, помимо всего прочего, обеспечила советских исследователей новой, современной по тем временам аппаратурой, открыла новые каналы связи, создала мощную организационную инфраструктуру, предложила новые методы обработки информации. Этот огромный потенциал долгое время успешно использовался в последующие годы, создав основу для дальнейшего развития отечественной геофизики и гелиофизики. Аналогичные потенциальные возможности проекта ИНУ-2007, к сожалению, в нашей стране оказались не реализованными или реализованными в незначительной степени.

Пятьдесят лет назад программа «Международный геофизический год 1957» не только способствовала появлению и развитию целого ряда институтов, обсерваторий, новых научных направлений, но фактически определила всю их дальнейшую научную судьбу и программу развития. Хотелось бы надеяться, что программа «Международный гелиофизический год 2007» станет для нас и будущих исследователей новым трамплином для дальнейших успешных исследований Солнца, ближнего и дальнего космоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубов Н.Н., Козицкий Н.И. Участие Советского Союза в проведении Второго Международного полярного года (1932–1933). М.: Издательство АН СССР, 1959.
2. Буланже Ю.Д. Международный геофизический год. Вестник Академии наук СССР. М.: Издательство АН СССР, 1956. С. 3–8.
3. Буланже Ю.Д. Развитие исследований по программе Международного геофизического года. Вестник Академии наук СССР. М.: Издательство АН СССР, 1958. С. 47–49.

4. Мартин Д.С. Международный геофизический год // Вестник Академии наук СССР. 1956. № 10. М.: Издательство АН СССР. С. 42–47.
5. Повзнер А.Д. О деятельности междуведомственного комитета по подготовке и проведению Международного геофизического года при Президиуме Академии наук СССР. Международный геофизический год. Информационный бюллетень № 2. М.: Издательство АН СССР, 1957. С. 87–94.
6. Проект междуведомственного плана научной обработки данных МГГ и тематики научно-исследовательских работ на основе этих данных. Международный геофизический год. Информационный бюллетень № 5. М.: Издательство АН СССР, 1958. С. 3–14.
7. Попов Л.И. Подготовка гидрометеорологической службы СССР к Международному геофизическому году. Международный геофизический год. Информационный бюллетень № 2. М.: Издательство АН СССР, 1957. С. 95–99.
8. Хргиан А.Х. О некоторых проблемах разработки материалов Международного геофизического года. Международный геофизический год. Информационный бюллетень № 5. М.: Издательство АН СССР, 1958. С. 15–22.
9. Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. М.: Машиностроение, 1981. 204 с.
10. Белоусов В.В., Троицкая В.А. Международный геофизический год // Вестник Академии наук СССР. 1957. № 7. М.: Издательство Академии наук СССР. С. 3–7.
11. Крат В.А. О наблюдениях Солнца во время Международного геофизического года // Астрономический журнал. 1957. Т. 34, вып. 5. С. 790–793.
12. Мустель Э.Р. Изучение физики Солнца. Из программы МГГ // Вестник Академии наук СССР. 1956. № 11. М.: Издательство Академии наук СССР. С. 46–49.
13. Михайлов А.А. Важные работы по астрометрии // Вестник Академии наук СССР. 1956. № 12. М.: Издательство Академии наук СССР. С. 44–47.

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск