

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ “БОРОК” – филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

С.В. АНИСИМОВ,

доктор физико-математических наук

директор Геофизической обсерватории (ГО) “Борок” Института физики Земли РАН (ГО “Борок” ИФЗ РАН)

Э.М. ДМИТРИЕВ,

кандидат физико-математических наук

ученый секретарь ГО “Борок” ИФЗ РАН

DOI: 10.7868/50044394819020075

В статье рассказывается об истории и сегодняшнем дне Геофизической обсерватории “Борок”. Показывается, какой путь она прошла: от геомагнитной станции, созданной для обеспечения наблюдений магнитного поля Земли по программе Международного геофизического года (1957–1958), до крупного научного учреждения, неотъемлемой части ведущего геофизического центра страны – Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук. Повествуется о достижениях обсерватории в различных направлениях экспериментальных и теоретических геофизических исследований.

ИСТОРИЯ ОБСЕРВАТОРИИ “БОРОК”

В 2017 г. исполнилось 60 лет Геофизической обсерватории “Борок” ИФЗ РАН – единственной в европейской части России среднеширотной геофизической обсерватории, ведущей с момента своего основания натурные наблюдения и фундаментальные исследования естественных геофизических полей. Инициатором создания магнитной станции “Борок” стала доктор физико-математических наук Валерия Алексеевна Троицкая (1917–2010) – выдающийся ученый-геофизик, родоначальник изучения геомагнитных пульсаций, организатор российского сектора международной сети геомагнитных наблюдений в рамках проведения Международного геофизического года (МГГ, 1957–1958 гг.; ЗиВ, 2007, № 4).

Одной из основных задач программы МГГ по разделу геомагнетизма и земных токов было изучение короткопериодных колебаний магнитного поля Земли, для регистрации которых на территории Советского Союза создавалась сеть магнитных станций. Выбор поселка Борок Ярославской области (58°04' с.ш., 38°14' в.д.) для организации базовой магнитной станции, на которой должны были проходить стажировку и обучение сотрудники всех станций сети, определил низкий уровень промышленных электромагнитных помех при достаточной близости к Москве. Кроме того, к тому времени в поселке под руководством известного исследователя Арктики доктора географических наук И.Д. Папанина было развернуто строительство Института биологии водохранилищ.

Геомагнитная станция “Борок”, как центральная магнитная станция



*“Немагнитный павильон”
ГО “Борок” ИФЗ РАН.
Построен в 1956 г.*

европейской части СССР, была организована распоряжением Президиума Академии наук СССР № 101-2439 от 09 декабря 1955 г. С марта 1956 г. в Борке начала работать электромагнитная экспедиция МГГ, была смонтирована временная магнитная станция, сыгравшая решающую роль в подготовке магнитологов для сети станций, возвращенных в СССР. В кратчайшие сроки были введены в эксплуатацию регистрационный корпус и “немагнитный павильон” (не содержащий магнитных материалов), предназначенный для магнитных измерений, а также для калибровки и настройки магнитометров. В мае 1957 г. начался монтаж стационарной станции. 1 июля 1957 г., в 00 ч 00 мин (момент начала МГГ, когда все приборы мировой сети геофизических наблюдений были включены на запись) на станции “Борок” начались непрерывные геомагнитные наблюдения, продолжающиеся до сих пор! Наряду с проведением

Первый регистрационный корпус магнитной станции “Борок”, ныне – административный корпус обсерватории

круглосуточных наблюдений и регистрацией геомагнитных пульсаций на станции выполнялись настройка и опробование новой регистрирующей аппаратуры, проходили стажировку десятки магнитологов. Здесь был организован геофизический архив, аккумулировавший

уникальные материалы регистрации геомагнитного поля на магнитных обсерваториях средних широт, Арктики и Антарктики.

В 1963 г., в связи с ростом количества сотрудников станции, развитием проводимых научных исследований, расширением и модернизацией измерительного комплекса, геомагнитную станцию реорганизовали в Геофизическую обсерваторию “Борок” – самостоятельную структуру отдела электромагнитного поля Земли ИФЗ АН СССР. В последующее десятилетие на удалении от комплекса зданий обсерватории построили новый регистрационный корпус и шесть автономных немагнитных павильонов,



Главный лабораторный корпус ГО "Борок" ИФЗ РАН. 1970-е гг.

реконструировали первые строения обсерватории, возвели главный лабораторный корпус.

В 1971 г. приказом по ИФЗ АН СССР в ГО "Борок" ввели лабораторную структуру: создали Лабораторию древнего магнитного поля Земли под руководством А.С. Большакова, Лабораторию физики геомагнитных пульсаций и диагностики магнитосферы во главе с А.В. Гульельми, а также Группу наблюдений, обеспечивавшую непрерывный мониторинг геофизических полей. В 1993 г. ГО "Борок" была преобразована в филиал Объединенного института физики Земли им. О.Ю. Шмидта (ОИФЗ РАН). В 1998–2004 гг. обсерватория функционировала как юридически самостоятельное научно-исследовательское учреждение в составе ОИФЗ РАН, а в 2004 г. она стала филиалом ИФЗ РАН. В структуру обсерватории входят три лаборатории – палеомагнетизма и физико-химических свойств горных пород (руководитель – доктор физико-математических наук, профессор В.П. Щербаков), динамики геофизических волновых полей (ее возглавляет кандидат физико-математических наук Б.И. Клайн), геофизического мониторинга (ею руководит доктор физико-математических наук С.В. Анисимов), а также научно-вспомогательное подразделение – Центр петрофизических и геомеханических исследований ИФЗ РАН. В обсерватории успешно развиваются натурные геофизические наблюдения и геоинформатика, математическое и лабораторное моделирование геофизических процессов, теоретические геофизические исследования. Научная



деятельность обсерватории направлена на решение фундаментальных проблем геоэлектромагнетизма, палеомагнетизма, сейсмологии, атмосферного электричества, геоинформатики.

МОНИТОРИНГ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Благодаря сохраняющемуся низкому уровню электромагнитного промышленного загрязнения в месте ее расположения ГО "Борок" ИФЗ РАН остается единственной в европейской части России среднеширотной геофизической обсерваторией, продолжающей непрерывные наблюдения естественных геомагнитных полей Земли. Геомагнитные наблюдения в настоящее время охватывают регистрацию не только низкочастотных пульсаций геомагнитного поля индукционными магнитометрами, но и его медленных вариаций, измеряемых с помощью трехкомпонентного феррозондового магнитометра. Компоненты главного геомагнитного поля и его полный вектор регистрирует автоматическая магнитометрическая станция, входящая в крупнейшую международную сеть магнитных наблюдений INTERMAGNET (International Real-Time Magnetic Observatory Network – Международная сеть магнитных обсервато-



Абсолютные магнитные измерения проводятся в ГО "Борок" в рамках программы международной сети геомагнитных наблюдений INTERMAGNET

рий реального времени). Проводимые дважды в неделю абсолютные магнитные измерения обеспечивают высокую точность магнитометрических данных в соответствии со стандартами, принятыми в сети INTERMAGNET.

Экспериментальной основой развиваемых в обсерватории с 1980-х гг. исследований в области электричества атмосферы служат обсерваторские аэроэлектрические наблюдения. В настоящее время в измерительный комплекс входят: антенна типа "токовый коллектор", измеряющая плотность вертикального электрического тока атмосферы; электростатический флюксметр, регистрирующий вертикальное атмосферное электрическое поле; грозопеленгатор, позволяющий получать оперативную информацию о положении грозовых очагов в зоне до 800 км.

Для контроля над метеорологической ситуацией, которая оказывает определяющее влияние на электрическое состояние нижней атмосферы, в обсерватории ведутся разнообразные метеорологические и аэрофизические наблюдения. Основные метеорологические параметры (температура, давление, направление и скорость

ветра, влажность) регистрирует цифровая метеостанция "WS-2800". Пульсации температуры воздуха и скорости ветра измеряет цифровой ультразвуковой метеокомплекс "Метео-2М". Метеорологический доплеровский акустический локатор (сонар) "Волна-3" определяет вертикальные профили трех компонент скорости ветра до высот в 300–800 м. Метеорологический температурный профилемер "МТП-5" измеряет высотные профили температуры нижней атмосферы до высот в 1000 м.

Для проведения высокоточных геодезических измерений и оперативной оценки полного электронного содержания ионосферы предназначен геодезический двухчастотный GPS/ГЛОНАСС-приемник "Leica GX1220+". В измерительный комплекс входят также пиранометр "СМР-3" для измерения полной плотности потока солнечного излучения и высокоточный жидкостной микробарограф для регистрации инфразвуковых вариаций давления.

Наблюдаемые геофизические поля регистрируются компьютерами сбора данных и через локальную сеть сбора данных в режиме реального времени поступают в базу данных ГО "Борок". Доступ к ней осуществляется через интернет-ресурс, ориентированный на решение фундаментальных проблем глобальной электрической цепи, атмосферного электричества и геомагнетизма (geodata.borok.ru).

ДИНАМИКА СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Геомагнитные пульсации – короткопериодные колебания геомагнитного поля (в диапазоне частот от тысячных

долей герца до нескольких герц с квазипериодической структурой), возбуждаемые в магнитосфере Земли. Значительные успехи в области изучения геомагнитных пульсаций были сделаны уже в первое десятилетие работы станции “Борок” под научным руководством профессора В.А. Троицкой усилиями ведущих сотрудников – А.В. Гульельми, Р.В. Щепетнова, О.В. Большаковой, Э.Т. Матвеевой и др. Группа по исследованию геомагнитных пульсаций на станции “Борок” стала ведущим научным подразделением Советского Союза в этой области геомагнетизма. В результате исследований была установлена важная роль геомагнитных пульсаций в фундаментальных процессах в магнитосфере и ионосфере Земли, создано новое направление в геофизике – наземная диагностика состояния магнитосферы. В дальнейшем появилась возможность сопоставления наземных наблюдений с данными спутников.

В ходе последующих работ было изучено происхождение и эволюция низкочастотных волн в солнечном ветре и магнитосфере Земли, исследовано взаимодействие полярной магнитосферы с неоднородностями солнечного ветра, восстановлены характеристики солнечного ветра и параметров процессов пересоединения и режима обтекания магнитосферы, по наземным наблюдениям электромагнитных полей. По результатам исследования электромагнитного излучения с глубокой модуляцией несущей частоты, получившего название “серпентинной эмиссии”, проведена диагностика

*Профессор В.А. Троицкая –
родоначальник изучения
геомагнитных пульсаций.
1960-е гг.*



параметров и структуры межпланетного пространства и разработан надежный и доступный метод прогноза мощных протонных вспышек на Солнце. Установлено, что геомагнитные пульсации Pc5 (1,5–6,0 мГц) представляют собой тороидальные резонансные колебания, возбуждаемые поверхностными волнами на магнитопаузе. Анализ пульсаций Pc5 по цепочке обсерваторий и по характеристике пульсаций Pc5 в магнитосопреженных точках позволил получить оценки положения плазмопаузы и магнитопаузы, а также центров резонансных областей наблюдаемых электромагнитных колебаний.

Сотрудники Лаборатории динамики геофизических волновых полей по данным ГО “Борок” определили закономерности чередования режимов генерации всплесков геомагнитных пульсаций Pi2 (6–25 мГц). Установлено, что величина и динамика показателя наклона кумулятивной функции распределения амплитуд всплесков пульсаций контролируется уровнем геомагнитной активности и нестационарными процессами, протекающими в солнечном ветре. Обнаруженные закономерности можно использовать для того, чтобы оценить степень турбулентности плазмы “хвоста” магнитосферы.

Исследовано влияние межпланетного магнитного поля на формирование



Участники Всероссийского семинара по физике магнитосферы (1980) у главного лабораторного корпуса. В первом ряду в центре – Валерия Алексеевна Троицкая (1917–2010) и Константин Иосифович Грингауз (1918–1993)

спектра высокоширотных длинно-периодных иррегулярных пульсаций (2,0–6,0 мГц). Обнаружено, что их средняя частота линейно зависит от скорости изменения компоненты межпланетного магнитного поля, перпендикулярной эклиптике. Предполагается, что в условиях спокойной магнитосферы формирование наблюдаемого спектра обусловлено турбулентностью плазмы солнечного ветра, способствующей развитию неустойчивости токового слоя и усилению поверхностных волн на магнитопаузе.

Выявлены морфологические закономерности правополяризованных (R-тип) и левополяризованных (L-тип) изолированных пульсаций аномально большой амплитуды, которые наблюдаются в области дневного полярного каспа, а также условий их возбуждения. Показано, что при сходных характеристиках пульсаций различной

поляризации его тип определяется ориентацией межпланетного магнитного поля, степенью плазменной турбулентности и отношением теплового давления к магнитному в области генерации пульсаций. Предполагается, что генерация изолированных всплесков R- и L-типа может быть связана с усилением уровня плазменной турбулентности за счет развития ветровой неустойчивости на передней границе магнитосферы.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ И ЭВОЛЮЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Физические процессы, протекающие в ядре Земли, определяют режимы генерации главного геомагнитного поля и отражаются в вариациях его характеристик. Палеомагнитные исследования, базирующиеся на анализе

естественной остаточной намагниченности горных пород, дают возможность определять не только полярность, но и напряженность древнего геомагнитного поля (палеонапряженность).

В ГО “Борок” направление палеомагнитных исследований возникло в начале 1960-х гг. по инициативе А.С. Большакова, в то время руководившего обсерваторией. Начиная с 1970-х гг. в обсерватории целенаправленно создавался комплекс аппаратуры, необходимой для получения достоверной палеомагнитной информации. В настоящее время Лаборатория палеомагнетизма и физико-химических свойств горных пород располагает рядом высокочувствительных магнитометров и термомагнитометров, аппаратурой для термо- и магнитной очистки образцов. Эти уникальные приборы, соответствующие по своим характеристикам мировым стандартам, разработаны и созданы в основном силами сотрудников лаборатории.

Результаты проводимых в ГО “Борок” исследований изменений древнего геомагнитного поля, происходивших за последние 400 млн лет, легли в основу мировой базы данных по палеонапряженности, созданной сотрудниками обсерватории в содружестве с французскими коллегами – под эгидой Международной ассоциации по геомагнетизму и аэрономии. Большой объем и высокое качество полученных данных по палеонапряженности позволили создать одну из первых в мире схем изменения величины магнитного момента в фанерозое.

Научные сотрудники
Института физики Земли
Ю.А. Геншафт (1935–2009) и
А.Я. Салтыковский (1934–2014)
работают на микроанализаторе “Сатебах”. 1980-е гг.



Среди значимых результатов палеомагнитных исследований в представительных коллекциях образцов горных пород различного генезиса и возраста следует отметить надежное определение пониженной палеонапряженности в среднем протерозое (в 2–3 раза меньше современного геомагнитного поля), что свидетельствует в пользу гипотезы о позднем (не ранее 1 млрд лет назад) возникновении твердого ядра Земли. Полученные в ГО “Борок” палеомагнитные данные подтверждают гипотезу о сложном характере поведения геомагнитного поля в девоне – когда оно, по-видимому, было крайне низким по величине и преимущественно мультипольным.

С целью определения палеонапряженности на вулканических породах необходимо надежно подтвердить первичность сохранившейся остаточной намагниченности, а также ее термоостаточную природу, поскольку остаточная намагниченность может создаваться и при химических изменениях магнитных минералов в ходе первичного охлаждения породы, и при ее повторных прогревах. Достоверность палеомагнитных данных можно обеспечить только фундаментальными лабораторными исследованиями состава и структуры вещества горных пород. Именно для таких исследований Институтом

физики Земли АН СССР был приобретен и установлен в ГО “Борок” французский электронно-зондовый микроанализатор – сканирующий микроскоп фирмы “Самебах”, единственный в стране в конце 1970-х гг. Поработать на нем приезжали ученые со всего Советского Союза. В настоящее время для изучения физико-химических процессов в ферромагнитных минералах горных пород и анализа их состава используются современные методы рентгеноспектрального микроанализа, рентгеновской дифрактометрии, растровой и просвечивающей электронной микроскопии.

В обсерватории проведены детальные лабораторные эксперименты по созданию химической остаточной намагниченности на океанических базальтах; проанализированы термомагнитные свойства образцов горных пород, несущих этот вид остаточной намагниченности; исследован химический и фазовый состав как исходных, так и термообработанных образцов.

ГЕОДИНАМИКА СЕЙСМОАКТИВНЫХ РЕГИОНОВ

Геодинамика – наука об эволюции твердой коры Земли. Основная задача геодинамики – объяснение геологических и сейсмических событий взаимодействием и движениями плит и блоков земной коры; обратная задача – уточнение границ литосферных плит по данным о смещениях земной поверхности. Начиная с 1985 г. в ГО “Борок” ведутся исследования геодинамических процессов не только на основе данных сейсмических наблюдений, но и по результатам лабораторных экспериментов, с использованием уникального прессового оборудования. Для проведения этих экспериментов к лабораторному корпусу ГО “Борок” пристроили специальное помещение с массивным фундаментом и просторным изолированным рабочим залом, в котором разместили управляемый электрогидравлический пресс “INOVA” чешского производства. Он может раз-

Рентгеновский дифрактометр “ДРОН-3М” (а) и сканирующий электронный микроскоп “Tescan Vega-2” (б). С помощью этих приборов сотрудники ГО “Борок” изучают физико-химические процессы, протекающие в горных породах

а



б



вивать нагрузку до 100 т, при этом компьютер контролирует положение плит прессы и управляет им по заданной программе. Пресс может обеспечивать как сжатие, так и растяжение образцов, он оснащен камерой всестороннего сжатия.

Информация о движениях и напряженно-деформированном состоянии земной коры, обусловленных эндогенными и экзогенными факторами, крайне важна для прогноза катастрофических геодинамических процессов (землетрясений, извержений вулканов, оползней, горных ударов). Разработана оригинальная методика реконструкции полей тектонических напряжений по каталогам, содержащим механизмы очагов землетрясений. Проведена обработка бюллетеней региональных и локальных сейсмических сетей, составлены сводные каталоги механизмов очагов землетрясений, реконструированы поля тектонических напряжений с разной геодинамической обстановкой для ряда сейсмоактивных областей Азии. Сопоставление “блоковых” структур земной коры, выявляемых по характеристикам напряженного состояния, с аналогичными структурами, определяемыми по геолого-геофизическим данным, в перспективе позволит выделять области с различными механизмами трансформации тектонической энергии, тесно связанными с сейсмическими процессами.

В обсерватории создана и запатентована методика мониторинга жесткости сейсмоактивных объемов горных пород в режиме реального времени. Метод оценки жесткости (хрупкости) массивов горных пород коры и верхней мантии основывается на оценке характера первых вступлений продольных волн от слабых (фоновых) землетрясений. Эффективность метода мониторинга жесткости продемонстрирована на сейсмических данных Калифорнии (США).



Управляемый электрогидравлический пресс “INOVA” для экспериментальных исследований геодинамических процессов

На сегодняшний день это единственный метод, который позволяет получать информацию с глубин в сотни километров о готовящихся землетрясениях.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВО АТМОСФЕРЫ

Атмосфера Земли представляет собой неоднородную газообразную среду, электрические характеристики которой непрерывно меняются с высотой. Глобальная электрическая цепь – интегральная замкнутая система, состоящая из совокупности твердых и газоплазменных оболочек. Физически она реализуется токовым контуром, который образуется проводящими слоями

нижней ионосферы, океана и земной коры, с грозowymi генераторами в качестве основных атмосферных источников электродвижущих сил и с невозмущенными областями свободной атмосферы в качестве зон возвратных токов. Слабоионизованная нижняя атмосфера в глобальной электрической цепи рассматривается как область взаимодействия с земной поверхностью, биосферой, средой индустриальной деятельности человека, а также с верхней атмосферой, ионосферой и магнитосферой. Измеряемые в приземном слое атмосферы электрическое поле и электрический ток содержат информацию о локальных, региональных и глобальных процессах, протекающих в геосферных оболочках.

В лаборатории геофизического мониторинга ГО "Борок" на протяжении трех десятилетий ведутся работы по изучению электродинамики свободной и возмущенной приземной атмосферы. Разработана и создана аппаратура для прецизионных высокочувствительных аэроэлектрических измерений, а также для цифровой регистрации измеряемых величин. Проведены уникальные натурные электрические наблюдения в условиях энергетически значимых геофизических, метеорологических и антропогенных явлений – таких, как магнитная буря, сильный туман, промышленный взрыв. Исследована динамика приземного атмосферного электрического поля, экспериментально обнаружен универсальный закон частотного спектра пульсаций аэроэлектрического поля, обнаружены аэроэлектрические структуры – упорядоченные ячейки атмосферного электрического поля.

С использованием данных многолетних обсерваторских и сезонных полевых наблюдений проанализирована

динамика электрического поля приземной атмосферы средних широт в широком диапазоне временных масштабов (от сезонных и суточных изменений до короткопериодных пульсаций). Исследована взаимосвязь напряженности атмосферного электрического поля, плотности вертикального атмосферного электрического тока, плотности объемного заряда, электрической проводимости атмосферы, объемной активности атмосферного радона.

В последнее десятилетие в Лаборатории геофизического мониторинга ГО "Борок" ведутся пионерские исследования роли атмосферного пограничного слоя (АПС) в формировании глобальной электрической цепи. АПС представляет собой ее нижний участок, обладающий малой толщиной, по сравнению с расстоянием между ионосферой и поверхностью Земли. Благодаря малой ионизации и значительному содержанию аэрозольных частиц вклад электрического сопротивления АПС в полное сопротивление атмосферы может достигать 70%. В АПС (наряду с током проводимости) протекает конвективный ток, под воздействием которого осуществляется турбулентный перенос объемного электрического заряда, несогласованный с направлением вектора напряженности атмосферного электрического поля. Разрабо-

танная в лаборатории численная модель электрической стратификации атмосферного пограничного слоя позволяет оценивать электроаэродинамическое состояние конвективного АПС, рассчитывать с высоким пространственно-временным разрешением высотные профили напряженности атмосферного электрического

В лаборатории геофизического мониторинга ГО "Борок" на протяжении трех десятилетий ведутся работы по изучению электродинамики свободной и возмущенной приземной атмосферы

поля, плотности объемного заряда, удельной электрической проводимости и плотности атмосферного электрического тока.

Начиная с 2015 г. в летне-осенние сезоны на измерительном полигоне ГО “Борок” проводятся уникальные измерения высотных профилей электрических параметров атмосферы с использованием привязного аэростата. Разработана и изготовлена оригинальная аэростатная измерительная платформа, включающая два датчика электрического поля (электростатических флюксметра), два датчика полярной электропроводности воздуха, измерители объемной активности радона и концентрации аэрозольных частиц, метеорологические и телеметрические датчики. Результаты аэростатных наблюдений позволили получать статистически обоснованные и экспериментально достоверные данные об электродинамике АПС над сушей средних широт. Эта работа ведется при поддержке Российского научного фонда.

На основе электроаэродинамических исследований нижней атмосферы могут быть разработаны новые методы диагностики и прогнозирования состояния АПС.

СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ОБСЕРВАТОРИИ “БОРОК”

17 октября 2017 г. в поселке Борок прошла научно-практическая конференция “Среднеширотные геофизические обсерваторские наблюдения”, приуроченная к юбилею обсерватории и 100-летию со дня рождения ее основателя – В.А. Троицкой. На конференции были представлены пленарные и стендовые доклады ведущих ученых,

Запуск привязного аэростата с аппаратной платформой для аэроэлектрических измерений. Измерительный полигон ГО “Борок”. 2016 г.





Участники Первой всероссийской конференции "Глобальная электрическая цепь" у главного лабораторного корпуса. 2013 г.

работающих в области геоэлектромагнетизма, палеомагнетизма, сейсмологии, атмосферного электричества, наблюдательной, теоретической и экспериментальной геофизики – в том числе коллег и учеников В.А. Троицкой, участвовавших в создании обсерватории и проводящих современные геофизические исследования мирового уровня.

За 60 лет в ГО "Борок" осуществлены пионерские исследования в области диагностики состояния магнитосферы и солнечного ветра по результатам наземных наблюдений геомагнитных пульсаций; разработаны надежные методы реконструкции древнего магнитного поля – по результатам лабораторных исследований магнитных свойств образцов горных пород. Обсерватория занимает лидирующие позиции в изучении атмосферного электричества, развитии методов наблюдений и численного моделирования электрического состояния нижней атмосферы. С годами возрастает научная и практическая ценность проводимых геофизических наблюдений, что обусловлено не только уникальностью постоянно

модернизирующегося и расширяющегося информационно-измерительного комплекса, но и уникальным местоположением обсерватории.

ГО "Борок" поддерживает плодотворные и активные международные научные связи с ведущими геофизическими центрами Великобритании, Франции, Германии, Швеции, Италии, Финляндии, Японии. Международное признание получили достижения коллектива обсерватории по всем направлениям ее научной деятельности. Сотрудники участвуют во многих международных исследовательских программах.

Научные исследования, проводимые в обсерватории, поддерживаются Российским фондом фундаментальных исследований и Российским научным фондом. На базе ГО "Борок" при поддержке РФФИ регулярно проходит международный семинар "Проблемы палеомагнетизма и магнетизма горных пород", школа-конференция молодых ученых "Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы", всероссийская конференция "Глобальная электрическая цепь".