



## Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН: из прошлого – в будущее

*И они приняли рабочую гипотезу,  
что счастье – в непрерывном познании неизвестного  
и смысл жизни – в том же.*

А.и Б. Стругацкие

По традиции, историю нашего Института мы ведем от 1928 года, когда в составе Академии наук СССР на основании Постановления Совета народных комиссаров от 13 марта был образован Сейсмологический институт (СИАН). Инициатива его создания принадлежала первому директору Павлу Михайловичу Никифорову. За плечами 33-летнего П.М. Никифорова к этому моменту уже был опыт руководства отделом сейсмологии в Физико-математи-



ческом институте АН СССР, участие в многочисленных сейсмических и гравиметрических экспеди-

циях, целью которых было исследование, в частности, Курской магнитной аномалии, железорудных месторождений Кривокожья, трассы Туркестанской железной дороги. Им уже были созданы новые, передовые для того времени, компактные сейсмографы и гравитационные вариометры и разработаны теоретические основы гравиметрического и сейсмического методов изучения недр; проведены их полевые испытания и практическое внедрение<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Козенко А.В. П.М. Никифоров – основатель сейсмологического института АН СССР (к 125-летию со дня рождения) // История наук о Земле, 2009. Т. 2. № 2. С. 5–20.

Круг задач вновь созданного института был расширен: и развитие геофизических методов поиска полезных ископаемых, и оценка сейсмической опасности. Еще свежа была память о крымском землетрясении 1928 г., блестяще описанном Ильфом и Петровым. Это событие сделало очевидными необходимость систематического изучения сейсмичности территории СССР и важность развития сейсмических сетей. Растущая промышленность молодого государства, развитие инфраструктуры, в том числе в сейсмически опасных районах Средней Азии, Кавказа, Дальнего Востока – требовали как разведки и освоения минеральных ресурсов, так и обеспечения сейсмической безопасности возводимых объектов. Если в 1928 г. в СССР насчитывалось только три сейсмологические обсерватории, то к 1941 году стараниями сотрудников Института их стало уже двадцать<sup>2</sup>. В эти годы в СИАН были заложены основы сейсмического районирования: общего (первая карта ОСР была создана в 1937 году; на тот момент она не имела мировых аналогов), детального и микрорайонирования. Работы по сейсморайонированию были выполнены, в частности, при проектировании Турксиба,



*Первый директор Сейсмологического института АН СССР член-корреспондент АН СССР П.М. Никифоров. 1930-е гг.*

Суланской ГЭС, Транскавказской железной дороги. Эти работы заложили основные принципы технологии оценки комплексной сейсмической опасности: развертывание временных локальных сейсмических сетей для уточнения фоновой сейсмичности и определения реакции грунта; геолого-тектонические работы для поиска следов сильных землетрясений прошлого и инженерно-геофизические изыскания – для уточнения грунтовых условий. Эти же элементы, только в современной модификации, успешно используются в ИФЗ РАН и в других организациях и поныне. Мало того, в СИАН развивались и основы сейсмостойкого строи-

тельства и были разработаны первые в нашей стране соответствующие нормы и правила. Как писал в 1933 г. П.М. Никифоров в статье в газете “Вечерняя Москва”: «Ни одно сколько-нибудь ответственное строительство в сейсмических районах СССР не обходится без более или менее обстоятельной консультации со стороны СИАН». Отрадно отметить, что и в наши дни ИФЗ РАН является наиболее авторитетной организацией в области оценки сейсмической опасности, услуги которой при проектировании ответственных объектов востребованы не только в России, но и за рубежом.

П.М. Никифоров понимал важность развития фундаментальных физико-математических основ как сейсмологии, так и геофизической разведки. В СИАН был создан весьма сильный теоретический отдел под руководством замечательного математика Владимира Ивановича Смирнова, в котором трудился, в частности, молодой Сергей Львович Соболев, впоследствии ставший одним из крупнейших математиков XX в. В.И. Смирновым и С.Л. Соболевым была разработана теория функционально-инвариантных решений, она позволила разрешить важнейшие практические проб-

<sup>2</sup>Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта – М. : Наука, 1978. 92 с.

Основатель и первый директор ИФЗ АН СССР академик О.Ю. Шмидт. 1931 г.



лемы сейсмического метода, а затем нашла широкое применение в математической физике и различных разделах геофизики. Работы теоретиков СИАН позволили дать обоснование лучевому методу сейсмологии, что вывело на принципиально новый уровень сейсморазведку и сейсмологию<sup>3</sup>. Продолжались в СИАН разработка и мелкосерийное производство геофизической аппаратуры.

С момента рождения Института, с одной стороны, был непосредственно связан с решением насущных задач научно-технического развития страны, с другой, – проводимые исследования отличала фундаментальность, внимание к экспериментальным наблюдениям и теоретическим основам. Этот стиль работы и сейчас – визитная карточка ИФЗ РАН.

Необходимо помнить, что у современного Института

физики Земли был и другой “родитель”, на 9 лет моложе: в 1937 г. по предложению Отто Юльевича Шмидта был создан Институт теоретической геофизики АН СССР (ИТГ; Земля и Вселенная, 2011, № 4). Необычайная многогранность личности и широта интересов О.Ю. Шмидта хорошо известны: задачей нового Института он видел всестороннее изучение Земли, включая ее твердые оболочки, атмосферу и океан<sup>4</sup>. В эти же годы он начинал и работу над своей космогоничес-

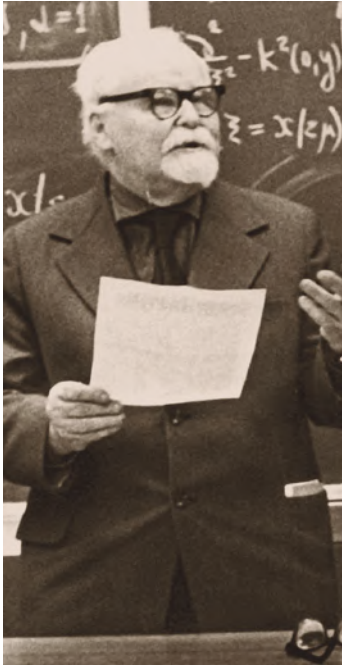
кой теорией, которой суждено было стать одним из крупнейших достижений мировой науки<sup>5</sup>. Одновременно О.Ю. Шмидт не забывал и о практических приложениях геофизики – как народнохозяйственных, так и оборонных. При этом, по воспоминаниям современников и документальным свидетельствам, фундаментальная и прикладная геофизика в ИТГ не разделялись – исследования строились на одних и тех же теоретических подходах и экспериментальных наблюдениях<sup>6</sup>. Это совершенно

<sup>3</sup>Соболев С.Л. Функционально-инвариантные решения волнового уравнения // Тр. Физико-математического института им. В.А. Стеклова, 1934. Т. 5. С. 259–264.

<sup>4</sup>Отто Юльевич Шмидт в истории России XX века и развитие его научных идей / Под ред. академика А.О.Глико. - М.: Физматлит, 2011. 680 с.

<sup>5</sup>Цицин Ф.А. К истории шмидтовской космогонии: истоки и горизонты / В кн. Отто Юльевич Шмидт в истории России XX века и развитие его научных идей / А.О. Глико (ред.). М.: Физматлит, 2011. С. 56–109.

<sup>6</sup>Козенко А.В. Развитие теоретической гравиметрии в Институте теоретической геофизики и геофизическом институте АН СССР // История наук о Земле, 2009. Т. 2. № 3. С. 5–19.



Академик А.Н. Тихонов – создатель факультета Вычислительной математики и кибернетики МГУ, основоположник теории регуляризации при решении некорректных обратных задач, в 1937–1953 гг. – заведующий отделом математической геофизики ИТГ АН СССР и ГЕОФИАН. 1960-е гг.

естественное отношение к единой по существу своему науке позволило ученым ИТГ достичь поистине выдающихся успехов как в изучении глубоких недр и физических полей Земли, так и в создании современных геофизических методов разведки. Несмотря на то что в прошедшие годы неоднократно предпринимались попытки противопоставить “чистую” и “прикладную” геофизику, отличительной чертой современного Института физики Земли РАН по-прежнему можно назвать совместное развитие и взаимное обогащение идеями и методами между пла-

нетарными, региональными и прикладными исследованиями.

В числе ведущих сотрудников ИТГ были крупнейший магнитолог П.П. Лазарев – руководитель работ по изучению Курской магнитной аномалии; создатель современной сейсморазведки Г.А. Гамбурцев (впоследствии директор ИФЗ АН СССР; Земля и Вселенная, 1979, № 1). Так же, как и в СИАН, в ИТГ был создан сильнейший отдел математической геофизики, который возглавил Андрей Николаевич Тихонов – впоследствии создатель теории некорректных обратных задач, имеющей самое широкое применение во всех разделах геофизики. Под его руководством в стенах ИТГ были, в частности, разработаны основы магнитотеллурических методов изучения внутреннего строения Земли. В наши дни развитие электромагнитных методов изучения Земли ведется в Центре геозлект-

ромагнитных исследований ИФЗ РАН. В ИТГ сложилась чрезвычайно сильная гравиметрическая школа, в нее входили Ю.Д. Буланже, А.А. Заморев, Е.Н. Люстих, Н.И. Идельсон.

В предвоенные и военные годы ИТГ совместно с СИАН внес определяющий вклад в разведку Волго-Уральской нефтегазоносной провинции – “второго Баку”. Это стало возможным благодаря разработанным в ИТГ под руководством Г.А. Гамбурцева способам гравиметрической разведки и сейсморазведки методами преломленных волн и отраженных волн. В 1941 г. за разработку принципов сейсмической разведки и аппаратуры для ее осуществления Г.А. Гамбурцеву была присуждена Государственная премия. В 1941–1942 гг. группа Григория Александровича вела разведку нефти в Ишимбайском районе Башкирии, в 1943–1944 гг. – в районе Апшеронского полуострова в Азербайджане. В эти же годы были проведены первые сейсморазведочные работы на Каспийском море, тем самым положено основание морской сейсмике<sup>7</sup>. С 1941 г. под руководством В.А. Казинского в ИТГ ведутся работы по измерениям силы тяжести на море.

<sup>7</sup> Г.А. Гамбурцев: Воспоминания, очерки, статьи – М.: ОИФЗ РАН. 1998 / Под ред. В.Н. Стрехова и др. 268 с.



*Академик Г.А. Гамбурцев – создатель основ современной сейсмо-разведки, в 1938–1949 гг. – заведующий отделом физических методов разведки ИТГ АН СССР, в 1949–1955 гг. – директор ИФЗ АН СССР. 1941 г.*

---

В 1946 г. произошло объединение двух геофизических институтов: СИАН и ИТГ. Объединенный институт получил название Геофизического института АН СССР (ГЕОФИАН), его первым директором стал академик О.Ю. Шмидт. Освобожденный в 1942 г. от обязанностей вице-президента АН СССР О.Ю. Шмидт получил возможность вновь посвятить себя фундаментальной науке: в 1949 г. вышла его знаменитая книга “Четыре лекции о теории происхождения планет”. Идеи Отто Юльевича были восприняты не сразу, но впоследствии нашли полное подтверждение наблюдательными данными. Развитие идей О.Ю. Шмидта, работы по происхождению и ранней эволюции Земли и планет продолжают в ИФЗ РАН и в настоящее время.

---

*Сотрудники Ташкентской сейсмической станции ГЕОФИАН изучают реакцию грунтов на сейсмические воздействия при сейсмическом микрорайонировании территории Ташкента. 1964 г.*



В 1949 г. по предложению О.Ю. Шмидта директором ГЕОФИАН был назначен Г.А. Гамбурцев. С самых первых дней работы на новом посту Григорию Александровичу пришлось возглавить новую для него и чрезвычайно ответственную работу по изысканию методов прогноза землетрясений. Катастрофичес-

кое ашхабадское землетрясение 1948 г. (как когда-то крымское) вновь привлекло внимание к этой проблеме. Г.А. Гамбурцевым был разработан весьма подробный план исследований, в котором оказались предусмотренными практически все те задачи, над которыми и поныне трудятся поколения сейсмологов. Принципиально новым был переход от описательного подхода в сейсмологии к экспериментальному, теоретическое изучение очага землетрясения. В 1949 г. также была заложена основа Гармского прогностического полигона в Таджикистане.

Начиная с 1945 г., история Института тесным образом была связана с атомной промышленностью. В 1946–1951 гг. под руководством Г.А. Гамбурцева создавались методы поисков радиоактивных руд и велась их разведка; в 1951 г.





*Директор ИФЗ АН СССР академик М.А. Садовский (в центре) среди коллег-сейсмологов. 1970-е гг.*

---

директор ГЕОФИАН внес в Правительство страны предложение об организации службы наблюдений за ядерными взрывами<sup>8</sup>. В Институте была организована специальная сейсмометрическая лаборатория с двумя сейсмическими станциями. Широкое развитие работы по контролю за ядерными испытаниями получили в институте уже после его реорганизации в 1956 г., когда из состава ГЕОФИАН выделились институты Физики атмосферы (ИФА) и Прикладной геофизики (ИПГ). Работы по изучению твердой оболочки Земли и взаимо-

действию геосфер продолжались в Институте физики Земли АН СССР, которому было присвоено имя О.Ю. Шмидта.

В 1960-х гг. в спецсекторе и в ОКБ ИФЗ АН СССР была разработана высокочувствительная сейсмическая аппаратура для ее применения в составе службы контроля за ядерными испытаниями. Комплексная сейсмологическая экспедиция (КСЭ ИФЗ) под руководством И.Л. Нерсесова работала, в частности, над отысканием наиболее эффективных мест для установки этой аппаратуры. Все работы ве-

лись под непосредственным руководством директора ИФЗ академика Михаила Александровича Садовского (Земля и Вселенная, 2004, № 5); при его непосредственном участии велась подготовка к заключенному в 1962 г. Договору о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах: в воздухе, воде и в космосе. С этого момента сейсмический метод стал основным методом контроля за подземными испытаниями; в его создание и внедрение определяющий вклад внесли работы сотрудников ИФЗ АН СССР<sup>9</sup>.

В это же время в ИФЗ также были возобновлены работы по физике взрыва (такие исследования проводились М.А. Садовским в СИАН еще в довоенные годы), создана базовая кафедра МФТИ по этому направлению<sup>10</sup>. Проводились экспериментальные исследования на полигонах и в лаборатории, разработа-

---

<sup>8</sup>Гамбурцев А.Г., Гамбурцева Н.Г. Григорий Александрович Гамбурцев, 1903–1955/ Из сер. «Научно-биографическая литература». – М. : Наука, 2003. 300 с.

<sup>9</sup>Васильев А.П. Атомный проект СССР и развитие отечественной геофизики // История наук о Земле, 2009. Т. 2. № 3. С. 20–133.

<sup>10</sup>Калмыков А.А., Писаренко В.Ф. Краткий научно-биографический очерк о М.А. Садовском /В кн.: Михаил Александрович Садовский: очерки, воспоминания, материалы / отв. ред. А.В. Николаев. М. : Наука, 2004. С. 7–24.

тывались математические модели. В частности, была создана модель образования взрывной воронки от крупных взрывов. Позже эти работы нашли свое применение при моделировании импактного воздействия астероидов и метеоритов на поверхность планет. Помимо решения задач оборонного назначения, велись работы по мирному использованию энергии взрыва, в том числе – ядерного.

Зримым результатом этой работы стала, в частности, селезащитная плотина в Медео. До ее возведения городу Алма-Ата, расположенному у подножия северных отрогов Тянь-Шаня, постоянно угрожала опасность от грязекаменных потоков – селей, устремляющихся от ледников вниз по ущельям. В 1963 г. такой поток уничтожил часть поселка Есик, неподалеку от города; погибло множество людей, отдыхавших на горном озере. Поныне старые алмаатинцы помнят, как специалисты ИФЗ АН СССР изучали строение урочища Медео, планировали закладку шур-



фов и зарядов. В 1966 и 1967 гг. в результате произведенных двух направленных взрывов – на левом и правом берегу ущелья – с ювелирной точностью было передвинуто три миллиона кубометров горной породы на запланированное место. Через шесть лет – в 1973 г. – плотина спасла город от катастрофы, остановив селевой поток объемом 5,3 млн м<sup>3</sup>. Позже методом направленного взрыва были созданы плотины на реках Вахш, Бурлук, Уч-Терек, а также другие объекты<sup>11</sup>.

Как всегда, потребность в решении важнейших практических задач привела к необходимости изучения фундаментальных вопросов: в частности, была создана лаборатория физики высоких давлений. Полученные в лаборатории под руководством В.А. Калинина

результаты имели принципиальное значение для понимания важнейших вопросов строения глубоких недр: ядра и мантии Земли. Работы М.П. Воларовича и его учеников заложили основы механики горных пород при высоких давлениях.

Крупной вехой в истории ИФЗ стал Международный геофизический год. В ИФЗ под руководством В.А. Троицкой были развернуты широкие исследования по физике ионосферы и магнитосферы, литосферно-ионосферным и солнечно-земным связям. Для изучения электромагнитных полей в 1957 г. была создана Геофизическая обсерватория “Борок”; она расположилась в районе с низким уровнем антропогенного электромагнитного шума, на берегу Рыбинского водохранилища в Ярославской области. Изучение результатов

---

<sup>11</sup> Адушкин В.В. Творческий путь со взрывом / В кн.: Михаил Александрович Садовский: очерки, воспоминания, материалы / отв. ред. А.В. Николаев. М.: Наука, 2004. С. 62–77.

наблюдений за короткопериодными и низкочастотными пульсациями геомагнитного поля привело к разработке фундаментальных вопросов физики магнитосферы и ионосферы. Ныне обсерватория “Борок” ИФЗ РАН – уникальная комплексная среднеширотная геофизическая обсерватория, в которой ведутся исследования по ряду международных программ и проектов: здесь, в частности, расположилась одна из станций международной системы INTERMAGNET. В обсерватории так же сложилась уникальная школа в области изучения атмосферного электричества хорошей погоды.

С 1950-х гг. и до настоящего времени одним из важнейших направлений работы ИФЗ АН стали исследования природы сейсмичности, работы по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений. В 1960-е гг. в Институте закладывались основы физики очага землетрясения и была создана модель лавинно-неустойчивого трещинообразования, признанная в настоящее время во всем мире. Исследования по поиску предвестников землетрясений были развернуты, в частности, на Гармском сейсмопрогностическом полигоне в Таджикистане, который на долгие годы, вплоть до распада СССР, стал “местом при-

тяжения” не только для советских сейсмологов, но и для специалистов со всего мира. В разные годы работы также проводились на Ашхабадском и Ленинабадском полигонах, на Камчатке и на Курилах, в других сейсмоактивных регионах страны. Землетрясения не знают межгосударственных границ, поэтому сейсмологические наблюдения стали областью активного международного сотрудничества. В 1973 г. было заключено советско-американское соглашение об исследованиях в области физики землетрясений и их прогноза.

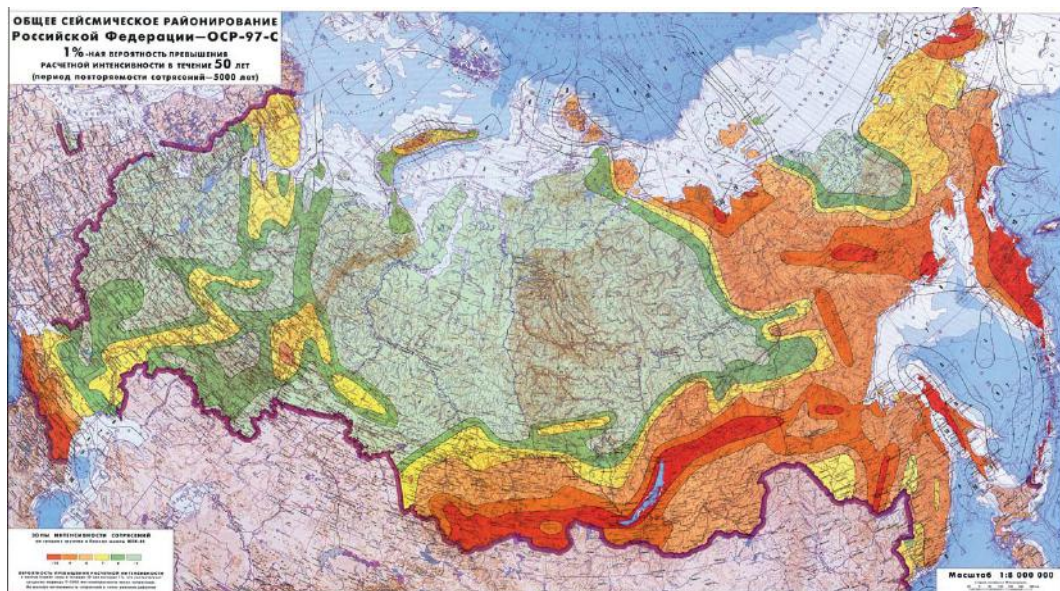
Несмотря на то что удалось обнаружить ряд явлений, которые можно характеризовать в качестве предвестников землетрясений, надежды, возникшие в 1950–1960-х гг. на создание надежных методов краткосрочного прогноза, не оправдались во всем мире. По мнению сейсмологов, главная причина заключается в том, что землетрясение – катастрофическое событие, возникающее в системе, находящейся в состоянии весьма далеком от равновесного. К нарушению устойчивости могут привести весьма малые воздействия – например, триггеры; даже колебания атмосферного давления или изменение уровня грунтовых вод. Отследить их все и предугадать их

совокупное влияние на среду практически невозможно. Кроме того, известно, что иногда подготовленное продолжительным накоплением напряжений сильное землетрясение “отменяется”: вместо катастрофического события происходит относительно медленная “криповая” деформация, которая приводит к разрядке упругой энергии без видимых последствий для людей. Работы по физике землетрясения, которые должны прояснить закономерности наблюдаемых сейсмических явлений, продолжаются в Институте, как и во всем мире, и сейчас.

Однако накопление и обобщение наблюдательных данных позволило достичь весьма существенного прогресса в долгосрочном и среднесрочном прогнозах землетрясений. Долгосрочный прогноз, по существу, представляет собой задачу сейсмического районирования, которая состоит в том, чтобы указать на вероятность возникновения в конкретной области на протяжении продолжительного (десятки или сотни лет) периода времени землетрясения определенной силы.

Как уже упоминалось, первая карта общего сейсмического районирования (ОСР) была создана в СИАН в 1937 г. С тех пор Институт неизменно является





Карта общего сейсмического районирования Российской Федерации “ОСР-97”, созданная в ИФЗ РАН. 1997 г.

головной организацией, ведущей разработку карт ОСР. Они являются нормативным документом, который утверждается органами государственной власти и обязателен к применению при проектировании любых зданий и объектов. В 1997 г. в ИФЗ РАН был создан комплект карт “ОСР-97”, в основу которого была положена принципиально новая методическая основа, предполагающая не просто обобщение информации по произошедшим землетрясениям, а количественный расчет сейсмических воздействий от сейсмогенерирующих структур – активных разломов. Впервые был применен вероят-

ностный подход к построению карт “ОСР”. Работы по созданию карт “ОСР-97” в 2002 году были удостоены Государственной премии Российской Федерации. В 2015 г. издана новая редакция карты “ОСР”, в ней были учтены некоторые новые данные о произошедших сильных землетрясениях последнего времени. В настоящее время в ИФЗ РАН ведется работа по подготовке нового комплекта карт сейсмического районирования, в основу которых положены современные методологические принципы: в них включена не только оценка интенсивности (в баллах), но и данные о пиковых ускорениях грунта

и иных характеристиках сейсмических воздействий, необходимых для проектирования сейсмостойких зданий и сооружений с использованием современных методов расчета. Эти работы ведутся в тесном взаимодействии со строителями и проектировщиками.

В ИФЗ РАН недавно разработан метод оценки вероятности возникновения сильных землетрясений на основе анализа долговременных записей сейсмического шума. Используются компьютерные методы обработки больших данных с использованием высокопроизводительных вычислений, позволившие, в частности,

дать предварительный среднесрочный прогноз разрушительного землетрясения Тохоку, произошедшего в 2011 г.

Необходимо отметить важнейший вклад, который ученые Института физики Земли вносят в изучение магнитного поля Земли. В 1960–1970-х гг. под руководством С.И. Брагинского в ИФЗ была разработана теория магнитного динамо, функционирующего в жидком внешнем ядре Земли и “ответающего” за формирование Главного магнитного поля нашей планеты. В работах Брагинского был разрешен ряд принципиальных трудностей формирования магнитного поля в потоке проводящей жидкости. Эти исследования затем получили признание и широкое развитие во всем мире.

Важнейшей задачей современных моделей геодинамо является воспроизведение в математической модели фактических закономерностей эволюции магнитного поля нашей планеты. Для того чтобы найти эти закономерности, ученые Института изучают магнитные свойства горных пород, образовавшихся в различные геологические эпохи: изверженные и осадочные породы (при их формировании) фиксируют информацию о величине и направлении магнитного поля в этот период.

Институт оснащен новейшим магнитометрическим оборудованием – сверхпроводящим магнитометром и иными приборными комплексами, которые позволяют с высокой точностью получать из образцов горных пород информацию об истории магнитного поля Земли. Результаты этих исследований используются, в частности, для того, чтобы усовершенствовать теорию магнитного динамо работы в этом направлении в ИФЗ РАН продолжают.

Другим фундаментальным результатом палеомагнитных исследований является реконструкция истории движений литосферных плит, которые приводили к формированию и распаду континентов, горообразованию и формированию океанских впадин. Чрезвычайно важным является изучение вероятного будущего магнитного поля Земли: оценка вероятности смены полюсов (инверсии) и иных относительно быстрых изменений конфигурации поля, которые могут ослабить защиту планеты от космического излучения. Эти направления на протяжении многих лет (и ныне) активно развиваются в Институте, а полученные результаты имеют широкое международное признание.

Среди фундаментальных направлений исследований

Института необходимо выделить исследования по глобальной и региональной геодинамике; они проводятся с использованием разных методов, начиная с середины XX в. Широкое признание в мире получили работы по моделированию мантийной конвекции: в частности – достижения в отношении роли континентальных литосферных плит в регуляции конвективных течений. Важнейшее значение имеют результаты в области физико-химических преобразований вещества в земной коре и в мантии и их роли в формировании вертикальных движений, они находят применение в обосновании принадлежности части Арктического шельфа Российской Федерации.

Известны достижения ученых ИФЗ в области изучения глубинного строения Земли с использованием методов сейсмологии: в стенах Института был создан, в частности, метод “приемных функций”, который позволяет устанавливать с высокой точностью рельеф глубинных сейсмических границ. Разработан SKS-метод изучения сейсмической анизотропии (которая связана с упорядоченной ориентировкой зерен минералов) возникающей как следствие течений в мантии. Применение этих методов позволило установить многие важные осо-

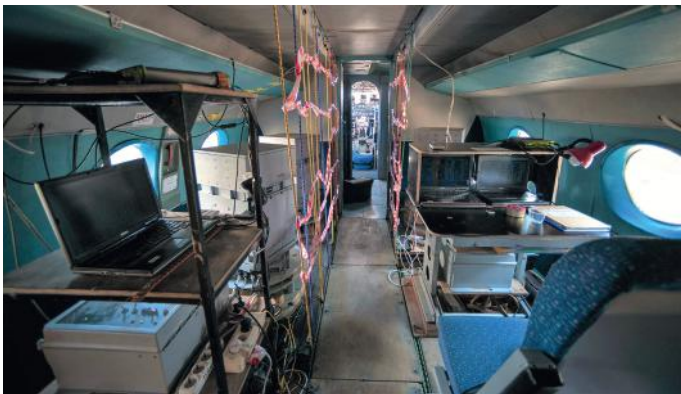
*Разработанный в ИФЗ РАН самолет-лаборатория для проведения аэрогравиметрической съемки.*

---

бенности строения и эволюции литосферы и мантии Земли.

Учеными ИФЗ развиты новые модели деформирования горных пород различного генезиса; они позволяют объяснить наблюдаемые закономерности в формировании региональных и локальных структур. В стенах Института зародилось и активно развивается тектонофизическое направление исследований, ведутся исследования в области вулканологии.

Со времени опубликования работ академика О.Ю. Шмидта по космогонической теории в Институте не прекращались исследования планет и их спутников. Пионерские работы в области уравнивания состояния вещества планет-гигантов были выполнены в ИФЗ в 1960–1970-е годы. Фундаментальные результаты получены при изучении глубинного строения Луны, Марса и Венеры. В Институте создаются приборы, которыми оснащаются исследовательские космические аппараты. Комплексы, разработанные в ИФЗ РАН, установлены, в частности, на Международ-



ной космической станции.

Институт продолжает активно развиваться. Жизнь, потребности общества и государства, внутренняя логика развития фундаментальной науки ставят перед учеными ИФЗ РАН новые задачи.

Необходимость точного изучения гравитационного поля Земли привела специалистов Института к созданию современного приборно-методического комплекса для аэрогравиметрических измерений, с его помощью мы можем получать карты поля земной силы тяжести (в том числе – над акваториями) с точностью и масштабом, которые были ранее доступны только при проведении наземных съемок. Эти работы были удостоены в 2005 г. Премии Правительства Российской Федерации. Использование современных методов космической геодезии, включая системы ГЛОНАСС и GPS и данные радарной спутниковой интерферо-

метрии, позволяет специалистам ИФЗ РАН решать как фундаментальные, так и прикладные задачи. В частности, оказывается возможным по спутниковым данным не только следить за перемещениями литосферных плит и уточнять механизмы очагов сильных землетрясений, но и вести мониторинг оползней, оценивать просадку зданий и сооружений, а также обнаруживать техногенные деформации земной поверхности в областях разработки полезных ископаемых.

Истощение традиционных запасов нефти требует разрабатывать трудно извлекаемые ресурсы: сланцевую нефть, месторождения арктического шельфа, а также повышать эффективность извлечения углеводородов из старых месторождений. Для этого требуется не только совершенствование методов геофизической разведки, но и разработка способов повышения нефтеотдачи,





*Установка автономной сейсмической станции в Республике Бангладеш с использованием солнечных панелей для обеспечения длительной работы.*

том числе – покрытых льдом. В сотрудничестве с предприятиями промышленности ведется разработка соответствующих приборов и оборудования.

Ограниченный объем юбилейной статьи не позволяет по достоинству охарактеризовать все направления работы Института, многое осталось за рамками этого текста. Статьи ученых ИФЗ РАН, помещенные в этом выпуске журнала, призваны дать более широкое и полное представление о масштабах работы и задачах, стоящих перед нашим коллективом.

а также снижение экологических и иных техногенных рисков при разработке. Для решения этих задач необходимо глубокое понимание физики и механики горных пород и процессов, происходящих в процессе освоения месторождений. В ИФЗ РАН развернуты широкие экспериментальные и теоретические исследования в области нефтегазовой и прикладной геофизики, они ведутся в тесном взаимодействии с предприя-

тиями нефтегазовой отрасли и по их заказам.

Важность изучения Арктического шельфа России побудила ученых Института создать ряд новых методов сейсмических исследований акваторий, в

*Сейсмоакустические эксперименты, инициированные ИФЗ РАН и АО Концерн «МПО «Гидроприбор»», выполняют П.Д. Груздев и А.Л. Собисевич на Ладого. 2017 г.*





Институт устремлен в будущее. Тесное сотрудничество с МГУ, Московским физико-техническим институтом, с другими ведущими вузами, где ученые ИФЗ РАН читают лекции и руководят научной работой студентов, обеспечивает приток молодежи в стены ИФЗ. Возможность проводить исследования на современном оборудовании, романтика полевой и экспедиционной жизни, интересные зада-

чи – все это привлекает молодых людей. В последние годы увеличивается прием в аспирантуру ИФЗ РАН, в диссертационном совете защищают все больше не только кандидатских, но и докторских диссертаций.

Институт меняется: мы адаптируемся к новым реалиям, внедряем современные технологии, развиваем обсерваторскую сеть, активно включаемся в реализацию Стратегии научно-технологического развития

России, расширяем международное сотрудничество. Но и остаемся верны нашим традициям, сформировавшимся за 90 лет истории Института: традициям научной честности, ответственности и преданности нашему делу.

*С.А. ТИХОЦКИЙ,  
член-корреспондент РАН  
директор  
Института физики Земли  
им. О.Ю. Шмидта РАН*

---

## Информация

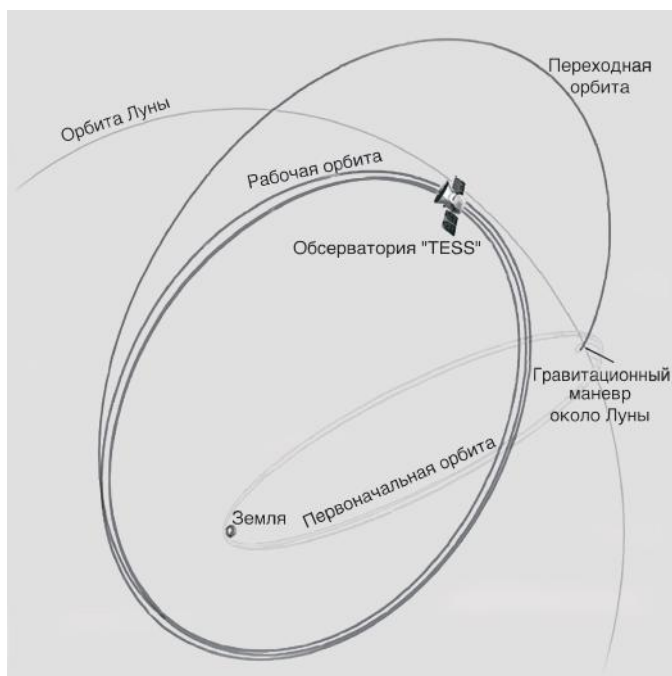
---

### Запуск “открывателя” экзопланет

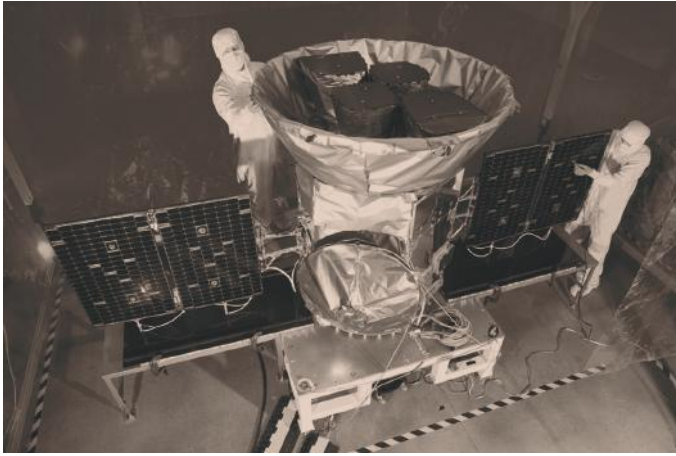
18 апреля 2018 г. со стартовой площадки SLC-40 космодрома Канаверал с помощью РН “Фалькон-9” (принадлежит частной компании “SpaceX”) запущена американская космическая обсерватория “TESS” (Transiting Exoplanet Survey Satellite – спутник наблюдения за экзопланетами транзитным методом). 18 мая 2018 г. с помощью одной из четырех камер обсерватории сделан тестовый снимок 200 тысяч звезд. После завершения ис-

пытаний приборов снимки “TESS” будут охватывать участок неба, в 400 раз пре-

восходящий тестовый. В середине июня 2018 г., после двух месяцев орбитальных



Рабочая орбита космической обсерватории “TESS”. Рисунок NASA.

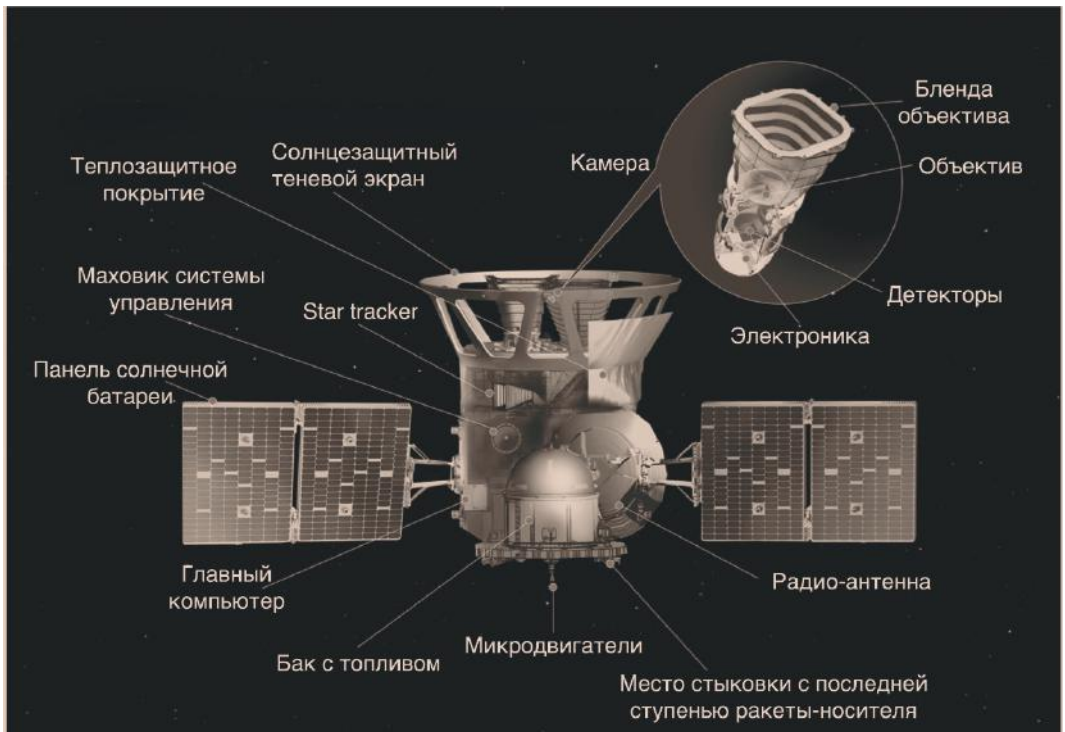


Процесс сборки космической обсерватории "TESS" в Массачусетском технологическом институте. Рисунок NASA/JPL.

маневров и проверки работы систем, обсерватория приступила к выполнению своей научной программы. Аппарат

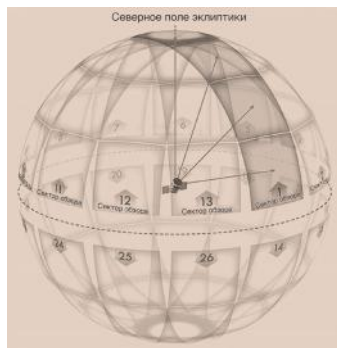
вышел на высокоэллиптическую околоземную орбиту высотой в перигее 108 тыс. км, в апогее – 375 тыс. км. "TESS"

делает два витка за 27,3 суток (за это время Луна делает полный оборот вокруг Земли). Этот тип орбиты наиболее удобен: он позволит обсерватории проводить большую часть своего времени в темноте, и легко обмениваться данными с наземными службами с минимальными помехами от солнечного света – в отсутствии космическо-



Устройство космической обсерватории "TESS" и ее научная аппаратура. Рисунок NASA.

Две полусферы небосвода с полосами, их сканируют с помощью телескопов космической обсерватории "TESS" (слева), и Южное полушарие неба с секторами, которые наблюдали с ее помощью в течение первого года работы (справа). Каждые два витка орбиты сдвигается поле обзора телескопов. Справа приведена шкала времени: показано, в какой из периодов с помощью телескопов будет обследован определенный сектор неба. Рисунок NASA.



ря на то, что открыла более 2600 экзопланет, проводила исследования объектов на удалении до 3 тыс. св. лет. По плану, "TESS" в течение года будет сканировать сначала Южное полушарие неба (оно поделено на 26 секторов площадью  $24^\circ \times 96^\circ$ ); каждый сектор будет исследован в течение 27 суток; на следующий год – та же работа в Северном полушарии неба. Данные, полученные с помощью обсерватории "TESS", будут не только содержать результаты измерения яркости целевой звезды (в течение двух минут), но и изображения полного неба (каждые полчаса), захватывающие более 20 млн звезд и 10 млн галактик. Предполагается, что с помощью обсерватории ученые откроют более 20 тыс. экзопланет, из которых от 500 до 1000, возможно, будут планетами земного типа, с орбитальными периодами до 2 месяцев; 70 планет – в обитаемой зоне, все они будут вращаться вокруг красных карликов, а 11 из этих 70-ти будут иметь радиус не более  $2 R_\oplus$ . Для этого будут исследованы ближайшие к Земле 500 тыс. звезд спектральных классов G, K и M ярче  $12^m$  и около 1000 ближайших красных карликов. В итоге "TESS" за два года должна исследовать 85% небосвода.

го мусора и сильного излучения – которые способны вывести аппаратуру из строя. Каждые 13,7 дней "TESS" сближается с Землей и передает собранные данные (см. стр. 3 обложки, вверху). Работа обсерватории рассчитана на два года, но экономно расходуя топливо, она может быть продлена на несколько десятилетий.

Обсерватория "TESS" длиной 1,5 м, диаметром 1,2 м (размах двух панелей солнечных батарей – 3,9 м, мощность – 433 Вт) и массой 350 кг оснащена четырьмя широкоугольными оптическими телескопами-рефракторами с апертурой 10 см и полем зрения  $24^\circ \times 24^\circ$ ; они охватывают участок неба в виде вытянутой полосы площадью около 10 тыс. полных лун. В рабочее тело каждого телескопа встроены ПЗС-камеры с разрешением 67,2 Мп; которые

способны работать в спектральном диапазоне – от 600 до 1000 нм. Обсерватория создана Массачусетским технологическим институтом по программе "Explorer" NASA; руководитель программы исследований – Дж. Рикер (Институт астрофизики и космических исследований им. Кавли, США).

Обсерватория "TESS" является продолжением успешной работы (в 2009–2016 гг.) космической обсерватории NASA "Кеплер" (Земля и Вселенная, 2011, № 6; 2014, № 5). Однако, в отличие от обсерватории "Кеплер", новая миссия сосредоточится на звездах, в 100 раз более ярких; отберет наиболее подходящие из них для детального изучения и определит цели для будущих программ. Главная цель программы, названной "Миссия века", – находить экзопланеты размером с Землю (попадающие в обитаемую зону), удаленные от нас не более чем на 200 св. лет. Обсерватория "Кеплер", несмотр-

*Пресс-релиз NASA,  
19 апреля 2018 г.*