

**Генеральная Ассамблея**

Distr.: General
18 January 2016
Russian
Original: English

**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях****Доклад о проекте по аппаратуре моделирования
невесомости****I. Введение**

1. В 2010 году в рамках Программы Организации Объединенных Наций по применению космической техники было начато осуществление Инициативы по технологии полетов человека в космос. Эта инициатива призвана служить платформой для обмена информацией, налаживания сотрудничества между космическими державами и странами, не имеющими такого статуса, и поощрения стран с формирующейся экономикой и развивающихся стран к участию в изучении и исследовании космоса и использованию преимуществ, связанных с применением космической техники. Эта деятельность ведется по трем основным направлениям: а) содействие международному сотрудничеству в области, связанной с осуществлением пилотируемых космических полетов и исследованием космоса; б) повышение осведомленности стран о выгодах использования и прикладного применения технологий полетов человека в космос; и с) создание возможностей для образовательной и исследовательской деятельности, связанной с микрогравитацией (см. ST/SPACE/62/Rev.2).

2. В 2011 году в ходе Совещания экспертов Организации Объединенных Наций/Малайзии по технологии полетов человека в космос участники рабочей группы по вопросам образования, информационно-пропагандистской деятельности и наращивания потенциала рассмотрели потребность в развитии потенциала на основе профессиональной подготовки, образования и активизации сотрудничества в деле обмена информацией о различных возможностях использования космических и наземных исследовательских объектов. Было рекомендовано учредить в рамках инициативы специальные программы по созданию потенциала, в том числе путем предоставления учебных материалов и распределения научной аппаратуры (см. A/AC.105/1017).

* Переиздано по техническим причинам 22 марта 2016 года.



3. В 2013 году в ходе Практикума Организации Объединенных Наций/Китая по технологии полетов человека в космос было рекомендовано повысить роль инициативы в деле содействия образовательной и информационно-пропагандистской деятельности путем предоставления учебных материалов и организации форумов с участием экспертов и космонавтов для оказания помощи специалистам и пробуждения интереса у студентов, ученых и широкой общественности к освоению человеком космоса (см. A/AC.105/1050).
4. В ответ на эти рекомендации в рамках инициативы было начато осуществление следующих видов научной деятельности: в 2012 году – проект по аппаратуре моделирования невесомости и в 2013 году – серия экспериментов на испытательном стенде-башне для сбрасывания с высоты.
5. Эта деятельность осуществляется в соответствии с многолетним планом работы в рамках инициативы, который был разработан в консультации с представителями государств-членов и экспертами из разных стран мира (см. A/AC.105/2013/CRP.16).
6. Доклад о деятельности в рамках проекта по аппаратуре моделирования невесомости за период 2013-2014 годов был представлен на пятьдесят первой сессии Научно-технического подкомитета Комитета по использованию космического пространства в мирных целях (см. A/AC.105/C.1/2014/CRP.20).
7. В настоящем документе содержится информация о ходе осуществления проекта в период 2013-2015 годов.

II. Проект по аппаратуре моделирования невесомости

A. Общая характеристика проекта

8. Осуществление проекта по аппаратуре моделирования невесомости было начато в 2012 году в качестве одного из мероприятий по созданию потенциала по линии инициативы полетов человека в космос, в рамках которого отдельным школам и институтам в различных странах мира было передано определенное количество установок для моделирования условий микрогравитации, которые называются клиностатами.
9. Основные цели этого проекта заключаются в том, чтобы предоставить учащимся и исследователям уникальные возможности для изучения воздействия смоделированных условий микрогравитации на различные образцы и вдохновить их на получение дальнейшего образования в различных областях космической науки и техники. Кроме того, этот проект нацелен на создание массивов данных о реакции на земное притяжение различных видов растений из самых разных районов мира, которые помогут в разработке будущих космических экспериментов и будут содействовать достижению прогресса в исследованиях в области микрогравитации.
10. Основными участниками проекта являются представители развивающихся стран и стран с переходной экономикой. Участниками проекта могут стать руководители исследовательских групп, преподаватели высших учебных заведений с научной специализацией или преподаватели научных дисциплин. Кроме того, к кандидатам предъявляются такие требования, как

осуществление в их учреждениях руководства деятельностью, предусмотренной проектом, и представление своих соображений о том, каким образом они планируют использовать клиноостаты.

11. Принимая во внимание ограниченное количество имеющихся клиноостатов, приветствуется также участие в проекте исследовательских групп из числа космических держав. Предполагается создать глобальную образовательно-научную сеть посредством обмена опытом и результатами экспериментов между участниками из различных географических регионов.

12. Были запланированы три цикла проекта продолжительностью в три года каждый, начиная от объявления о возможности участия и заканчивая представлением заключительного отчета о проделанной работе. Первый цикл уже завершен, а второй и третий циклы находятся в стадии осуществления. В ходе каждого цикла институты используют клиноостаты для проведения экспериментов по предложенным проектам.

13. В целях повышения научной ценности проекта в рамках Инициативы по технологии полетов человека в космос была создана Научно-консультативная группа для оценки заявок и отбора институтов, подходящих для участия в проекте. В настоящее время членами группы являются семь видных научных экспертов по изучению жизни в условиях микрогравитации, которые работают на добровольных началах.

14. Управление по вопросам космического пространства разработало руководство для преподавателей по экспериментам с растениями в условиях микрогравитации (ST/SPACE/63), цель которого заключается в том, чтобы у преподавателей и учащихся были пошаговые инструкции по проведению экспериментов с выращиванием растений с использованием клиноостатов в школьных лабораториях. Работа над разработкой этого руководства для преподавателей была начата в 2012 году при поддержке членов Научно-консультативной группы.

15. Осуществление проекта по аппаратуре моделирования невесомости зависит от денежных и натуральных взносов государств-членов, включая Китай и Японию, и добровольного научного вклада следующих учреждений: Центра научной поддержки биомедицины Германского аэрокосмического центра; Голландского центра экспериментальной поддержки Академического центра стоматологии при Свободном университете Амстердама; Лаборатории растительной физиологии Отдела биологии и геонаук Осацкого городского университета Японии; Лаборатории космической и адаптационной биологии Университета Тохоку Японии; Национальной лаборатории микрогравитации Академии наук Китая; и Главной государственной лаборатории основ космической медицины и ее применения китайского Центра космических исследований и подготовки.

В. Научная основа

1. Принципы работы клиноостатов

16. Одноосевой клиноостат, предоставленный Управлением по вопросам космического пространства, это инструмент, используемый для изучения

воздействия измененных условий силы тяжести на растения, грибы и другие малые организмы. Качество моделирования определяется размером отобранной системы тестирования.

17. Краткосрочную микрогравитацию можно создавать на испытательных башнях или в шахтах для сбрасывания объектов (в течение 2-10 секунд), в аэростатах (30-60 секунд), в самолетах, летящих по параболической траектории (20-25 секунд), и на ракетных зондах (до 15 минут). Эти методы пригодны для быстрореагирующих систем. Однако для изучения долгосрочного воздействия микрогравитации необходимо использовать спутники или обитаемые космические лаборатории. Появление космических станций позволило воплотить в жизнь мечту о долгосрочном пребывании человека в космосе. Российская космическая станция "Мир" вращалась вокруг Земли на высоте 300-400 км от нее, и эту станцию имели возможность посетить свыше 100 астронавтов и космонавтов. С 1998 года в космосе работает Международная космическая станция, в которой могут жить и работать до шести космонавтов одновременно. Эта космическая станция позволяет систематически проводить лабораторные исследования в условиях микрогравитации.

18. Были разработаны различные виды клиноставов, которые отличаются друг от друга по количеству осей вращения, а также по способу действия в зависимости от скорости и направления вращения. Двухмерный или одноосевой клиностав имеет одну ось вращения, которая расположена перпендикулярно направлению вектора гравитации¹. Трехмерный клиностав имеет две оси вращения, которые расположены перпендикулярно друг к другу². Вращение на клиноставе часто называют "клиновращением".

19. Первый подлежащий рассмотрению фактор – это скорость вращения клиностава. В условиях ускорения в 1 g частицы выпадают в осадок. В условиях свободного падения осадка не образуется, и частицы распределяются равномерно. На Земле такие условия можно создать посредством вращения вертикально расположенного объекта. В таких условиях падение частиц будет происходить вдоль вектора гравитации, хотя из-за клиновращения они будут также двигаться по круговой траектории. Чем быстрее вращение системы, тем меньше радиус круговой траектории. Вместе с тем в случае слишком высокой скорости вращения произойдет рассеивание частиц в результате действия центробежной силы. При идеальной скорости вращения движение частиц за счет осаждения и центробежной силы сохраняется в пределах броуновского движения.

¹ См. Wolfgang Briegleb, "Some qualitative and quantitative aspects of the fast-rotating clinostat as a research tool", *ASGSB Bulletin*, vol. 5, No. 2 (October 1992); R. R. Dedolph and M. H. Dipert, "The physical basis of gravity stimulus nullification by clinostat rotation", *Plant Physiology*, vol. 47, No. 6 (1971); and D. Klaus, "Clinostats and bioreactors", *Gravitational and Space Biology Bulletin*, vol. 14, No. 2 (2001).

² См. Takayuki Hoson and others, "Evaluation of the three-dimensional clinostat as a simulator of weightlessness", *Planta*, vol. 203, No. 1, supplement, (1997); and Jack J.W.A. van Loon, "Some history and use of the random positioning machine, RPM, in gravity-related research", *Advances in Space Research*, vol. 39, No. 7 (July 2007).

20. Вторым подлежащим рассмотрению фактор – это центробежная сила, которая определяется как соотношение расстояния между образцом и осью вращения и скорости вращения в квадрате. Если скорость вращения слишком высока, то центробежная сила, действующая на образцы, заставит их двигаться наружу.

21. Третьим подлежащим рассмотрению фактор – это горизонтальное положение оси вращения клиностата. Ось вращения клиностата должна быть расположена как можно более горизонтально. Погрешность в 0,5 градуса может вызвать осевое ускорение порядка 10^2 g.

2. Гравитационная биология

22. Основная цель гравитационной биологии заключается в выявлении и понимании воздействия силы тяжести на организмы. Это включает также выявление основных механизмов и роли земного притяжения не только в процессе индивидуального развития, но и в ходе всей эволюции в целом.

23. Начало гравитационной биологии как научной дисциплины было положено в XIX веке, когда Томас Найт, Чарльз Дарвин, Юлиус Сакс и Вильгельм Пфеффер изучали влияние силы тяжести на растения. В то время они уже продемонстрировали роль корневого чехлика у растущих вниз растений. Найт, Сакс и Пфеффер сконструировали механизмы (центрифуги и простые клиностаты) для изменения воздействия силы тяжести и изучения ее последствий для роста растений. В настоящее время для исследования воздействия измененной гравитации разработаны различные экспериментальные платформы для использования на земле и в космосе. В результате использования этих платформ существенно расширяются знания о воздействии гравитации/микрогравитации. Основные выводы исследований в области гравитационной биологии охватывают все уровни биологии от изолированных белков, отдельных клеток и тканей до сложных организмов.

24. Ощущающие направление силы тяжести организмы появились на ранних этапах эволюции. Свободно двигающиеся организмы, даже одноклеточные организмы, используют силу тяжести для ориентации, например для определения направления своего движения в жидкой среде – явление, называемое "гравитаксис". Кроме того, рост и ориентационная реакция сессильных организмов называется геотропизмом или гравитропизмом³. Направление по отношению к вектору гравитации может быть как положительным (параллельно вектору гравитации), так и отрицательным (против направления вектора гравитации).

25. Земное притяжение является той стимулирующей силой, которую растение использует для роста своих корней в направлении вектора гравитации (вниз), что позволяет растению укорениться в грунте, и для роста побегов в направлении, противоположном вектору гравитации (вверх), с тем чтобы побеги могли выйти из почвы в направлении к Солнцу. Распознавание "верха"

³ См. Rujin Chen, Elizabeth Rosen and Patrick H. Masson, "Gravitropism in higher plants", *Plant Physiology*, vol. 120, No. 2 (June 1999).

и "низа" является обязательным условием выживания растений на Земле⁴. Это также необходимо для всех форм жизни на Земле, поскольку для производства питательных веществ и кислорода требуется фотосинтез.

26. За воздействием силы тяжести на ориентацию и рост растений можно весьма увлеченно и без труда следить, занимаясь выращиванием растений. Основные знания о восприятии растениями силы тяжести и их конечной реакции в форме гравитропизма существенно пополнились⁵. Эксперименты, проведенные в условиях микрогравитации, в значительной мере способствовали пониманию того, каким образом растения чувствуют направление силы тяжести и реагируют на это. Вместе с тем весь процесс сигнальной трансдукции все еще в полной мере неясен.

С. Осуществление проекта

Первый цикл проекта по аппаратуре моделирования невесомости (2013-2015 годы)

27. О возможности участия в первом цикле было объявлено 1 февраля 2013 года. К установленному конечному сроку 30 мая 2013 года было получено 28 надлежаще оформленных заявок из разных стран мира. После тщательного рассмотрения Научно-консультативной группой и экспертами по программам Управления по вопросам космического пространства для участия в проекте было отобрано 19 школ и институтов из следующих 12 стран: Вьетнама, Ганы, Ирака, Ирана (Исламской Республики), Кении, Китая, Малайзии, Нигерии, Пакистана, Таиланда, Чили и Эквадора. Предложения семи отобранных кандидатов преследовали образовательные цели, еще шести – исследовательские цели и остальных шести – обе цели, а именно образовательные и исследовательские. Перечень участвующих институтов приведен в приложении I.

Второй цикл проекта по аппаратуре моделирования невесомости (2014-2016 годы)

28. Второй цикл проекта был начат с объявления о возможности участия 1 января 2014 года. Для участия во втором цикле проекта из 18 надлежаще оформленных заявок были отобраны 13 школ и институтов из следующих 12 стран: Беларуси, Бразилии, Гондураса, Индии, Испании, Китая, Корейской Народно-Демократической Республики, Непала, Нигерии, Пакистана, Перу и Соединенных Штатов Америки. Предложения трех отобранных кандидатов преследовали образовательные цели, еще семи – исследовательские цели и остальных трех – как образовательные, так и исследовательские цели. Список участвующих институтов приведен в приложении II.

⁴ См. Ellison B. Blancaflor and Patrick H. Masson, "Plant gravitropism: unravelling the ups and downs of a complex process", *Plant Physiology*, vol. 133, No. 4 (December 2003).

⁵ Fred D. Sack, "Plastids and gravitropic sensing", *Planta*, vol. 203, No. 1, supplement, (August 1997).

Третий цикл проекта по аппаратуре моделирования невесомости (2015-2017 годы)

29. О возможности участия в третьем цикле проекта было объявлено 1 января 2015 года с конечным сроком представления заявок 30 апреля 2015 года. Для участия в третьем цикле проекта были получены заявки от 42 институтов. Эксперты Инициативы по технологии полетов человека в космос и члены Научно-консультативной группы в течение трех месяцев проводили оценку, по результатам которой были отобраны 13 проектных предложений из следующих восьми стран: Алжира, Бразилии, Нигерии, Пакистана, Республики Корея, Франции, Чили и Эфиопии. Список участвующих институтов приведен в приложении III.

30. Для опубликования первых результатов проекта группа Инициативы по технологии полетов человека в космос в сотрудничестве с Научно-консультативной группой подготовили годовые доклады по первому и второму циклам. Участвующие институты играют важную роль в распространении результатов, полученных в ходе проекта, с тем чтобы повысить интерес к космической науке и деятельности, связанной с изучением космоса, и способствовать в рамках проекта осуществлению дальнейших образовательных и научных мероприятий.

III. Научные исследования и образовательная деятельность

A. Воздействие смоделированной микрогравитации на рост растений

31. Технический университет им. Федерико Санта Марии в Чили исследовал влияние силы тяжести на прорастание и рост на ранних стадиях следующих пяти растений: *Solanum lycopersicum* (томат), *Lactuca sativa* (салат латук), *Capsicum annuum* (чилийский перец), *Raphanus sativus* (редис) и *Spinacia oleracea* (шпинат).

32. Центр почвенных и водных ресурсов министерства науки и технологии Ирака изучал гипотезу о том, что растения в условиях микрогравитации имеют более слабые ростовые свойства, на примере таких растений, как *Oryza sativa* (жасминовый рис и сорт риса Anber 33), *Triticum aestivum* (пшеница), *Hordeum vulgare* (ячмень), *Panicum americanum* (просо) и *Pisum sativum* (горох). Они отметили, что в контрольных группах в условиях ускорения 1 g темпы роста корневой системы выше, чем в группах, подвергнутых клиновращению, и что эти две группы существенно отличаются друг от друга по содержанию аминокислот.

33. Кенийский технический университет изучал морфологические, гистологические и гистохимические изменения в различных тканях растения *Phaseolus aconitifolius* (фасоль аконитолистная). Они обнаружили, что темпы роста корневой системы были значительно выше в условиях смоделированной микрогравитации, чем в условиях ускорения 1 g, и что направление роста корней в условиях смоделированной микрогравитации имеет бессистемный характер.

34. Национальное космическое агентство Малайзии проводило эксперименты с использованием клиностата по выращиванию таких растений, как зеленая фасоль и два сорта риса (MR219 и 269) для подтверждения экспериментальных методов до проведения аналогичных экспериментов учащимися двух школ в Куала-Лумпуре. Школа Секолах Менехгах Кебангсаан Конвент в Букит Нанасе исследовала влияние микрогравитации на зеленую фасоль и *Oryza sativa* (рис), а школа Секолах Мененгах Саинс Алам Шах изучала влияние микрогравитации на кукурузу и зеленую фасоль.
35. Сотрудники Малазийского научно-исследовательского сельскохозяйственного института изучали также влияние клиновращения на прорастание и морфологию всходов на примере *Oryza sativa* сорт MR269 (азиатский рис), *Capsicum annuum* сорт MC11 (чилийский перец), *Cucumis sativus* сорт MTi (огурец), *Carica papaya* сорт Eksotika (папайя) и *Vigna angularis* (фасоль лучистая). Они отметили, что на прорастание семян более положительное воздействие оказывает медленное, а не быстрое вращение клиностата.
36. Лафийский федеральный университет в Нигерии изучал влияние силы тяжести на следующие местные растения в Западной Африке: черный и белый сорта *Amaranthus* (шпинат), различные сорта *Digitaria* (ача) и *Sesamum indicum* (кунжут). Исследования подтвердили, что у всех растений наблюдался уменьшенный угол искривления корней, что свидетельствует о положительной реакции на смоделированную микрогравитацию.
37. Африканский региональный центр подготовки в области космической науки и техники в Нигерии проводил учебные мероприятия в 10 государственных школах в штате Осун посредством организации вступительных практикумов, лабораторных занятий, презентаций с показом плакатов и занятий по оценке. Учащиеся изучали влияние силы тяжести на спаржевую фасоль, коровий горох, гвинейское сорго, кукурузу, просо, окру, рис и пшеницу.
38. Национальный сельскохозяйственный научно-исследовательский центр в Пакистане изучал влияние силы тяжести на три разных сорта риса, таких как IR6, супер басмати и Nirronbaga, и обнаружил, что в условиях клиновращения корни росли в самых разных направлениях.
39. Комиссия по исследованию космического пространства и верхних слоев атмосферы Пакистана изучала процесс гравитропизма корней белого и розового редиса и гороха. Она также исследовала процесс гравитропизма корней календулы и процесс фототропизма побегов различных сортов *Copocarpus*.
40. Управление по вопросам развития геоинформатики и космической техники Таиланда исследовало влияние силы тяжести на рост корневой системы золотистой фасоли. В этих исследованиях был также использован клиностат в качестве учебного инструмента для преподавания студентам науки о микрогравитации.
41. Ханойский университет во Вьетнаме изучал рост зеленой фасоли от стадии прорастания семян до стадии появления побегов. Семена были посажены в почву после того, как они были подвергнуты клиновращению. Исследователи обнаружили, что прорастание побегов у первой контрольной

группы в условиях ускорения 1 g происходит гораздо быстрее, чем среди образцов, подвергнутых клиновращению.

42. Тайнгуенский институт научных исследований во Вьетнаме исследовал всхожесть семян, рост на начальных стадиях и развитие растения *Hibiscus sagittifolius* в условиях смоделированной микрогравитации. Было обнаружено, что степень всхожести и рост побегов были лучше у образцов, подвергнутых клиновращению, чем в контрольной группе семян в условиях ускорения 1 g.

43. Институт физиологии национальной Академии наук Беларуси исследовал влияние микрогравитации на семена трех растений: *Pisum sativum* (горох), *Oryza sativa* (рис) и *Lepidum sativum* (кресс-салат). Исследователи пришли к выводу, что все три растения хорошо растут в условиях смоделированной микрогравитации.

44. Национальный автономный университет Гондураса изучал влияние силы тяжести на рост растений посредством проведения морфологических наблюдений и микроскопического анализа. Использовались следующие семена: *Phaseolus vulgaris* (фасоль обыкновенная); *Phaseolus acutifolius* (фасоль остролистная); *Phaseolus lunatus* (лимская фасоль); *Vigna unguiculata* (коровий горох); и *Sorghum bicolor* (сорго). Исследователи обнаружили, что по сравнению с контрольной группой в условиях гравитации 1 g, *Phaseolus vulgaris* в условиях смоделированной микрогравитации имеет выраженные изменения в клеточной структуре.

45. Бародский университет им. Махараджи Сайаджирао в Индии исследовал влияние силы тяжести на рост растений *Cicer arietinum* (турецкий горох) и *Sorghum bicolor* (сорго), а также регенерацию ростков растений *Solanum nigrum* (паслен черный). Исследователи отметили, что после помещения растения в условия смоделированной микрогравитации происходит переориентация и уменьшение средней кривизны корней.

46. Колледж им. Кастурбай Вальчанды в Индии исследовал воздействие смоделированной микрогравитации на всхожесть семян растения *Phaseolus aureus* (фасоль золотистая), *Lens culinaris* (чечевица) и *Vigna acotifolia* (фасоль аконитолистная).

47. Ядерный институт пищевой промышленности и сельского хозяйства в Пакистане изучал влияние силы тяжести на всхожесть семян растений *Cicer arietinum* (турецкий горох), *Vigna mungo* (черная фасоль), *Raphanus sativus* (редис) и *Helianthus annuus* (подсолнечник). Исследователи также планируют изучить передачу такого заболевания, как черная точечность от семян к росткам в условиях смоделированной микрогравитации.

48. Центр биологических исследований в Испании провел учебное мероприятие по демонстрации влияния силы тяжести на рост побегов растения *Brassica rapa* посредством сопоставления экспериментальных результатов, полученных на земле, с результатами второй серии экспериментов по самосеву, проведенных на борту Международной космической станции.

В. Воздействие смоделированной микрогравитации на клеточную активность

49. Бэйханский университет в Китае исследовал влияние смоделированной микрогравитации на систему антиоксидантных энзимов ростков *Triticum aestivum* (пшеница) в целях понимания влияния микрогравитации на одну из основных зерновых культур, которые являются важными элементами биорегенеративной системы для длительных космических полетов. Исследователи отметили, что пероксидаза, супероксид-дисмутаза и каталаза, являющиеся важными энзимами, связанными с сопротивляемостью растений, содержатся в подвергнутых клиновращению образцах в значительно более высоких концентрациях, чем в контрольных образцах в условиях ускорения 1 g.

50. Университет Тарбиат Модарес в Исламской Республике Иран исследовал также влияние микрогравитации на некоторые произрастающие в Иране растения посредством измерения активности антиоксидантных энзимов. Исследователи использовали следующие растения: *Peganum harmala*, *Anthemis mazandaranica*, *Artemisia khorassanica*, *Salsola crassa*, *Malva sylvestris* и *Suaeda fruticosa*. Они обнаружили существенное снижение активности супероксид-дисмутазы в растении *Peganum harmala*, существенное повышение активности супероксид-дисмутазы в растении *Malva sylvestris* и отсутствие какой-либо выраженной активности супероксид-дисмутазы в растениях *Salsola crassa* и *Suaeda fruticosa* в подверженных клиновращению образцах по сравнению с образцами в контрольной группе в условиях ускорения 1 g.

51. Центр почвенных и водных ресурсов министерства науки и техники Ирака изучал влияние силы тяжести на рост корней *Pisum sativum* (горох), *Panicum americanum* (американское просо), жасминового риса и сорта риса Anber 33, а также содержание в них растительных аминокислот. Они обнаружили, что подвергнутые клиновращению образцы существенно отличаются по свойствам аминокислот по сравнению с контрольными образцами в условиях ускорения 1 g.

52. Чунцинский университет в Китае исследовал влияние смоделированной микрогравитации на миграцию извлеченных из костного мозга мезенхимальных стволовых клеток, которые часто рассматриваются в качестве возможных кандидатов для восстановления и регенерации ткани из-за их высокой способности к самообновлению, миграции и полипотентности. Извлеченные из костного мозга мезенхимальные стволовые клетки являются важными исходными и вспомогательными клетками, которые обладают внутренней способностью к самообновлению и преобразуются в различные виды клеток, а также могут являться основным источником остеобластов. Исследование показало, что смоделированная микрогравитация затрудняет миграцию таких клеток, что может способствовать потере костной массы, вызванной микрогравитацией.

С. Воздействие смоделированной микрогравитации на микроорганизмы

53. Университет Сан-Паулу исследовал влияние смоделированной микрогравитации на продолжительность жизни дрожжевых клеток посредством проведения экспериментов на различных этапах старения, в ходе которых измерялся срок, в течение которого клетка может оставаться в состоянии покоя, не теряя при этом своей жизнеспособности. Они обнаружили, что по сравнению с контрольными образцами в условиях ускорения 1 g средний и максимальный срок жизни подвергнутых клиновращению образцов был меньше.

54. Колледж им. Кастурбай Валчанда в Индии изучал влияние смоделированной микрогравитации на *Bacillus firmus* и шесть антибактериальных культур, взятых из озера Лонар, которое образовалось в старейшем в мире метеоритном кратере, расположенном в штате Махараштра в Индии. Исследователи пришли к выводу, что смоделированная микрогравитация оказывает значительное воздействие на деятельность *Bacillus firmus* и актинобактерии.

55. Федеральный технологический университет в Акуре в Нигерии исследовал влияние микрогравитации на характер сопротивляемости антибиотикам *Staphylococcus aureus*, взятого с человеческой кожи. *Staphylococcus aureus* является условно-патогенным микроорганизмом, который часто находится на теле человека, не вызывая никаких симптомов, и обычно встречается в почве, воде или воздухе. Ученые обнаружили, что клиновращение значительно увеличивает сопротивляемость *Staphylococcus aureus*.

IV. Выводы

56. Управление по вопросам космического пространства осуществляет проект по аппаратуре моделирования невесомости, с тем чтобы предоставить учащимся и исследователям уникальные возможности для изучения влияния смоделированной микрогравитации на различные образцы и вдохновить их на получение дальнейшего образования в различных областях космической науки и техники.

57. Первый цикл проекта был начат в 2013 году, а второй и третий циклы находятся в стадии осуществления. Для участия в проекте были отобраны в общей сложности 45 институтов из разных стран мира. Отобранные институты проводят различные биологические эксперименты при помощи клиноставов, которые способны моделировать условия микрогравитации.

58. Управление по вопросам космического пространства хотело бы вновь выразить свою признательность странам и институтам, предоставившим денежные и натуральные взносы, и надеется привлечь новых стран-доноров и новые исследовательские институты, заинтересованные в предоставлении таких взносов и/или научной и образовательной поддержки проекта. Для дальнейшего осуществления проекта и перехода к его четвертому и последующим циклам поддержка государств-членов имеет решающее

значение. Всем заинтересованным странам-донорам и институтам предлагается обратиться в Управление по вопросам космического пространства.

Приложение I

Институты, участвующие в первом цикле проекта по аппаратуре моделирования невесомости

| | Институт-получатель | Местонахождение | Цель | | Страна |
|----|---|--|-------------|--------------|-----------------------------|
| | | | Образование | Исследования | |
| 1 | Академия аэрокосмических наук | Av. Santa Maria 6400, Vitacura, Santiago | – | X | Чили |
| 2 | Лаборатория экологической биологии и технологии жизнеобеспечения, Бэйханский университет | No. 37, Xueyuan Road, Haidian District, Beijing | X | X | Китай |
| 3 | Школа биологических наук, Северозападный политехнический университет | 127 Youyi Xilu, Xi'an, Shaanxi Province | X | – | Китай |
| 4 | Эквадорский институт космоса | Calle Seniergues E4-676 y General Telmo Paz y Miño, Edf. del Instituto Geografico Militar, Quito | – | X | Эквадор |
| 5 | Средняя школа ТЕМА | Community Two, Tema, Greater Accra | X | – | Гана |
| 6 | Иранский центр космических исследований | 15th Alley, Mahestan Blvd., Shahrak-e Gharb, Tehran | – | X | Иран (Исламская Республика) |
| 7 | Центр почвенных и водных ресурсов, Управление сельского хозяйства министерства науки и техники | Багдад | X | X | Ирак |
| 8 | Кенийский технический университет, факультет прикладных наук и технологий | P.O. Box 52428-00200, Nairobi | – | X | Кения |
| 9 | Национальное космическое агентство (АНГКАСА) | National Planetarium, Lot 53, Jalan Perdana, 50480 Kuala Lumpur | X | – | Малайзия |
| 10 | Малайзийский сельскохозяйственный научно-исследовательский институт | Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor | X | X | Малайзия |
| 11 | Лафийский федеральный университет | PMB 146, Lafia, Nasarawa State | X | X | Нигерия |
| 12 | Африканский региональный учебный центр космической науки и техники (ARCSSTE-E) | PMB 019, Obafemi Awolowo University Campus, Ile-Ife, Osun State | X | – | Нигерия |
| 13 | Национальный сельскохозяйственный исследовательский центр | Park Road, Islamabad | – | X | Пакистан |
| 14 | Институт молекулярной биологии и биотехнологии | Bahauddin Zakariya University, Multan 60800 | – | X | Пакистан |
| 15 | Комиссия по исследованию космического пространства и верхних слоев атмосферы Пакистанского института технической подготовки | Hub River Road, near Murshid Hospital, Karachi | X | – | Пакистан |
| 16 | Управление по вопросам развития геоинформатики и космической техники | THEOS Control Ground Station, 88, M.9, Thungsukhla, Chonburi 20230 | X | X | Таиланд |
| 17 | Школа Ламтабфханухрао | 111 Lamthap, Krabi 181120 | X | – | Таиланд |

| | <i>Институт-получатель</i> | <i>Местонахождение</i> | <i>Цель</i> | | <i>Страна</i> |
|----|---|--|--------------------|---------------------|---------------|
| | | | <i>Образование</i> | <i>Исследования</i> | |
| 18 | Школа экологических наук и технологий, Ханойский научно-технический университет | No. 1 Dai Co Viet Street, Hai Ba Trung District, Hanoi | X | – | Вьетнам |
| 19 | Департамент молекулярной биологии и растениеводства, Тайнгуенский институт научных исследований | 116 Xo Viet Nghe Tinh, Ward 7, Dalat City, Lam Dong Province | X | X | Вьетнам |

Приложение II

Институты, участвующие во втором цикле проекта по аппаратуре моделирования невесомости

| | Институт-получатель | Местонахождение | Цель | | Страна |
|----|--|--|-------------|--------------|--|
| | | | Образование | Исследования | |
| 1 | Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси | Академическая улица, 28, Минск 220072 | – | X | Беларусь |
| 2 | Университет Сан-Паулу, Школа искусств и естественных и гуманитарных наук | Av. Arlindo Bétio, 1000, Ermelino Matarazzo, São Paulo | – | X | Бразилия |
| 3 | Колледж биотехнологии, Чунцинский университет | No. 174, Shapingba Street, Shapingba District, Chongqing | – | X | Китай |
| 4 | Лаборатория культур растительных тканей № 1, Институт культур растительных тканей, Академия биотехнологии, Государственная академия наук | Munsu 3 dong, Taedongang District, Pyongyang | – | X | Корейская Народно-Демократическая Республика |
| 5 | Национальный автономный университет Гондураса | Ciudad Universitaria, Blvd. Suyapa, Tegucigalpa | – | X | Гондурас |
| 6 | Департамент ботаники, факультет наук, Бародский университет им. Махараджи Сайаджирао | Pratapgunj, Vadodara 390002, Gujarat | X | X | Индия |
| 7 | Колледж им. Кастурбаи Валчанда, Университет Шиваджи, Колхапур | Rajnemi Campus, Timber Area, Sangli, Maharashtra | X | X | Индия |
| 8 | Центральный департамент физики Трибхуванского университета | Киртипур, Катманду | – | X | Непал |
| 9 | Департамент микробиологии, Федеральный технологический университет в Акуре | PMB 704, Akure, Ondo State | X | – | Нигерия |
| 10 | Ядерный институт пищевой промышленности и сельского хозяйства | G T Road, Peshawar | – | X | Пакистан |
| 11 | Национальная комиссия по аэрокосмическим исследованиям и разработкам | Luis Felipe Villaran 1069, San Isidro, Lima 27 | X | – | Перу |
| 12 | Центр биологических исследований | Calle Ramiro de Maeztu 9, E-28040 Madrid | X | X | Испания |
| 13 | Колледж Макферсона | 1600 East Euclid Street, McPherson, KS 67460 | X | – | Соединенные Штаты Америки |

Приложение III

Институты, участвующие в третьем цикле проекта по аппаратуре моделирования невесомости

| | Институт-получатель | Местонахождение | Цель | | Страна |
|----|--|---|-------------|--------------|------------------|
| | | | Образование | Исследования | |
| 1 | Центр научно-технических исследований засушливых зон | Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides, Biskra, Algérie | – | X | Алжир |
| 2 | Папский католический университет Рио-Гранде-ду-Сул | Avenida Ipiranga, 6681, Porto Alegre, RS | – | X | Бразилия |
| 3 | Федеральный институт образования, науки и техники в Сеаре | Av. 13 de Maio, 2081-Fortaleza, CE | – | X | Бразилия |
| 4 | Онкологический центр Аспен ЛТДА | Rua Ramiro Barcelos 2350, 7° andar sala 733 Porto Alegre, RS | – | X | Бразилия |
| 5 | Департамент клеточной и генетической биологии, Центр бионаук, Федеральный университет в Рио-Гранде-ду-Норте | Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal, RN | X | X | Бразилия |
| 6 | Федеральный институт образования, науки и техники в Пиауи | Avenida Pedro Marques de Medeiros, s/n. Bairro Pantanal. Picos, PI | – | X | Бразилия |
| 7 | RTR Co. (аккредитованная CNPq исследовательская лаборатория) | Estrada RS-T 101, Km 157, Mostardas, RS | – | X | Бразилия |
| 8 | Школа Калебу | Kilometro 7 Calebu Interior, Contulmo | X | – | Чили |
| 9 | Департамент физики, Колледж естественных наук, Джиммский университет | P.O. Box 378, Jimma | – | X | Эфиопия |
| 10 | Национальное агентство космических исследований и разработок (НАСРДА) | Obasanjo Space Centre, Opposite Pyakasa Junction, Airport Road, PMB 437, Garki, Abuja | X | X | Нигерия |
| 11 | Международный космический университет | 1 rue Jean-Dominique Cassini, Parc d'innovation, 67400 Illkirch-Graffenstaden | | X | Франция |
| 12 | Группа по биохимии растений и молекулярной биологии, Департамент бионаук, Институт информационных технологий COMSATS | Bioscience Block, Chak Shehzad Campus, Park Road, Islamabad | X | X | Пакистан |
| 13 | Йонсейский университет | 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul | – | X | Республика Корея |