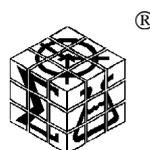


Московский государственный
технический университет
им. Н.Э. Баумана

Российское молодежное
политехническое
общество

Всероссийский
форум
научной
молодежи
«ШАГ В БУДУЩЕЕ®»

Москва,
20-24 марта
2017 г.



Доклады
пленарных
заседаний

Доклады пленарных заседаний

Всероссийский форум научной молодежи
«Шаг в будущее»

Издание научно-технической ассоциации
«Актуальные проблемы фундаментальных наук»
Лицензия №006331, сер. ИД №059, 23 сентября 2001 г.
Серия «Профессионал»

УДК 001
ББК 72

Д 63

УДК 001

Доклады пленарных заседаний. Всероссийский форум
научной молодежи «Шаг в будущее».
М.: РОО «НТА «АПФН», 2017. Серия «Профессионал». 68 с.

ISBN 978-5-900025-85-8
© РОО НТА АПФН, 2017

Содержание

- Симпозиум 1.**
Инженерные науки в техносфере настоящего и будущего
- 4** Современное состояние, тенденции и перспективы роевой робототехники
Карпенко А.П.
- 10** Перспективы применения технологий 3D-печати при освоении космического пространства
Белова О.В.
- 14** Космические технологии: 60 лет после первого старта
Калинкин Д.А.
- 17** Роботехника в сельском хозяйстве (умное земледелие)
Машков К.Ю.
- Симпозиум 2.**
Естественные науки и современный мир
- 21** О геохимическом ландшафте и системе показателей, используемых при его изучении
Богатырев Л.Г., Маслов М.Н.
- 24** Некоторые показатели биологического круговорота ^{90}Sr в сосновых фито-ценозах в отдалённый период после чернобыльских выпадений
Цветнова О.Б.
- 28** Возможности спутниковых технологий для исследования почвенного покрова аридных территорий и оценки его состояния
Конюшкова М.В.
- 31** Ландшафтная архитектура как регулятор экологических условий окружающей среды
Семенюк О.В.
- 34** Международный чемпионат «СФЕРЫ»: описание, история, участие российских школьников
Садовский А.М., Бирюкова Н.С.
- Симпозиум 3.**
Математика и информационные технологии
- 39** Информационно-образовательная среда HOMOTEX для математической подготовки инженерных кадров будущего
Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А.
- 44** Проблемы управления роевой группировкой сверхмалых спутников в задачах исследования околоземного пространства
Манько С.В., Слепынина Е.А.
- 48** О событиях вероятных, маловероятных и невероятных
Пулькин И.С., Чекалкин Н.С.
- Симпозиум 4.**
Социально-гуманитарные науки в современном обществе
- 53** Человек космический: социокультурные проблемы межпланетных перелетов
Уманская Ж.В.
- 58** Техника и технологии в архитектонике формы
Алибекова М.И., Серикова А.Н.
- 64** Наука в современных медиа: форматы и темы
Аникина М.Е.

Симпозиум 1.

Инженерные науки в техносфере настоящего и будущего

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОЕВОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

КАРПЕНКО Анатолий Павлович
д.ф.м.-н., заведующий кафедрой САПР
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Введение

Робототехнические системы в настоящее время широко используются в промышленности, на транспорте, в медицине, военном деле, космонавтике и в других областях. Альтернативы роботам не существует в ситуациях, когда выполнение некоторой задачи находится за пределами возможностей человека либо сопряжено с чрезмерной угрозой его здоровью и жизни.

Не смотря на широкое использование роботов в жизни современного общества, общепринятого их определения не существует. Википедия определяет робот как автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма. Действуя по заранее заложенной программе и получая информацию о внешнем мире от датчиков (аналогов органов чувств живых организмов), робот самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком (либо животными). При этом робот может, как иметь связь с оператором (получать от него команды), так и действовать автономно (<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EE%E1%EE%F2>).

Многообразие роботов столь велико, что существует самостоятельная проблема их классификации. Обычно роботы классифицируют по следующим признакам: область применения (промышленные, военные, исследовательские, медицинские и т.д.); среда эксплуатации (наземные, подземные, надводные, подводные, воздушные, космические, комбинированные); степень подвижности (стационарные, мобильные); тип системы управления (программные, адаптивные, интеллектуальные); функциональное назначение (манипуляционные, транспортные, информационные, комбинированные); уровень универсальности (специальные, специализированные, универсальные); тип исполнительных приводов (электрические, гидравлические, пневматические и т.д.); тип движителя (гусеничные, колесные, шагающие, водометные, реактивные и т.д.); способ управления (автоматические, телеуправляемые, ручные (экзоскелеты, например) и так далее.

1. Общие сведения о роевой робототехнике

Общую идею *роевой робототехники* можно сформулировать следующим образом: некоторые задачи может лучше решать не один большой и сложный робот, а большое число маленьких и простых роботов, способных действовать согласованно. Роевая робототехника позволит в будущем создавать рои роботов, способные коллективно решать большое число задач, физически или информационно объединяясь в единое целое на основе принципа самоорганизации. Важно, что выход из строя отдельных роботов не уменьшает или уменьшает незначительно функциональные возможности роя в целом. Поскольку роботы, образующие рой, относительно просты и имеют низкую стоимость, экономические потери в этом случае также незначительны. Для военных применений рой роботов обладает еще тем важным свойством, что в силу возможных небольших размеров каждого из роботов, их сложно уничтожить.

Число возможных применений роев роботов очень велико. Назовем следующие основные из этих применений: мониторинг и изучение планеты Земля и других планет солнечной системы; очистка земной поверхности, акваторий морей и океанов, а также космического пространства от опасных химических и радиоактивных веществ; проведение поисково-спасательных операций в зонах природных и техногенных катастроф, а также зонах боевых действий; выполнение технологических операций, в том

числе на опасных и вредных производствах; выполнение некоторых хирургических операций, например, неинвазивное удаление злокачественных опухолей.

Частным случаем роя роботов является *умная пыль* (smart dust) - сеть из малых беспроводных микромеханических систем и дополнительных устройств, которые могут взаимодействовать между собой и получать данные о состоянии внешней среды). Предполагается, что базовые элементы умной пыли — *моты* (англ. mote — пылинка) будут иметь размеры частицы песка или даже пыли.

Концепция умной пыли находит свое продолжение в *наноробототехнике*, когда размеры робота (*наноробота*, или *нанобота*) сопоставимы с размерами молекулы (менее 10 нм). Рои нанороботов, предполагается, найдут применение в медицине (например, целенаправленная доставка лекарств в раковые клетки), в военном деле (в качестве средств наблюдения и шпионажа, а также в качестве оружия), в космических исследованиях.

К проблематике роевой робототехники примыкает проблематика *многомодульных полиморфных роботов* (PolyBots). Основная идея в этом случае заключается в создании реконфигурируемого робота, который состоит из набора однотипных модулей, объединяющихся в зависимости от решаемой задачи в разнообразные формы наподобие детского конструктора Lego. В настоящее время экспериментальные образцы полиморфных роботов состоят из десятков, максимум сотен модулей. Предполагается, что когда размеры модулей удастся существенно уменьшить, такие роботы будут состоять из сотен тысяч и даже миллионов модулей.

2. Проекты роев роботов

Роевая робототехника развивается очень быстро. Если совсем недавно рои роботов могли двигаться только по суше, то в настоящее время они умеют летать по воздуху, плавать, передвигаться под землей и в космическом пространстве. В соответствии с этим разделим рои роботов на семь классов: роботы, предназначенные для применения на суше (наземные); подземные; над- и подводные; воздушные; летающие в космическом пространстве (космические); способные функционировать в нескольких средах (комбинированные); специальные роботы. Нам неизвестны проекты подземных и специальных роев роботов. Поэтому ограничиваемся рассмотрением роботов остальных перечисленных классов.

Наземные роботы. Ярким примером наземного роя роботов является экспериментальный рой, созданный специалистами из Шеффилдского центра робототехники (Англия). Каждый из роботов этого роя имеет колеса, батарею для приводов колес, микрофон, камеру и восемь сенсоров, которые позволяют роботу ориентироваться в пространстве. Выполнены эксперименты по управлению роем из 40 роботов. В ходе экспериментов рой успешно решал простые задачи, например, группируясь вокруг объекта и толкая его в нужном направлении.

Ученые из университета Колорадо (США) создали рой миниатюрных роботов, размеры которых сравнимы с размерами шариков для пинг-понга. Ученые университета Саутгемптона (Англия) предложили использовать для исследования Марса рой из сорока-шестидесяти прыгающих или катящихся автономных роботов по имени Jollbot. Jollbot преодолевает препятствия, перепрыгивая их по методу кузнечика или блохи. Для исследования Луны и, в частности, доставки на Землю образцов ее грунта, команда из Миланского политехнического университета (Италия) предлагают вместо одного большого робота использовать рой небольших автономных роботов в виде пауков (Рис. 1а).



а) Робот-паук Миланского университета б) Вибрационный робот килобот
Рис. 1. Примеры роевых наземных роботов

Предполагается, что каждый робот-паук будет оснащен собственной камерой для съемки, набором датчиков для сбора научной информации, батареей и солнечной батареей для ее подзарядки. Роботы за короткий промежуток времени смогут исследовать и собрать пробы с большой площади. За счет небольших габаритов этих роботов их можно компактно разместить в отсеке спускаемого аппарата и сэкономить на весе подъемного устройства.

В Гарвардском Университете (США) созданы миниатюрные жукоподобные роботы (Рис. 16), названные авторами *килоботами* (kilobot). Передвигается килобот вправо, влево и вперед, вибрируя на трёх жёстких ножках, оснащённых двумя двигателями. В 2011 году учёные продемонстрировали коллективные операции роя из 29 килоботов. В одном из экспериментов, например, роботы действовали как муравьи в поисках пищи. В другом эксперименте килоботы повторяли действия лидера, образуя своеобразный паровозик. В настоящее время авторы выполнили серию экспериментов с роем уже из 100 роботов.

Над- и подводные роботы. Исследователями из Массачусетского технологического университета (США) разработан проект роя роботов *Seaswarm*, предназначенного для борьбы с нефтяными загрязнениями водных поверхностей большой площади. Разработчики утверждают, что рой *Seaswarm* из 5-10 тысяч роботов сможет убрать нефтяное пятно с морской поверхности размером с Мексиканский залив за один месяц. Опытный образец робота *Seaswarm* имеет длину 49 см, ширину 21 см, вес 16 кг. Нефть поглощается тонким, гидрофобным наноматериалом ленточного конвейера позади робота.

Коралловые рифы — важный элемент экосистемы, непоправимый вред которому наносит деятельность человека. Учёные из Университета Хериот-Ватта (Англия) предлагают «чинить» коралловые рифы с помощью *кораллоботов*. Уже построено несколько прототипов таких роботов, которые оборудованы камерой, компьютером и гибкими руками с захватами. Планируется создать рой кораллоботов, которые будут автоматически осматривать повреждённые коралловые рифы и трансплантировать кораллы в разрушенные места.

Инженерами из Пенсильванского университета (США) созданы *роботолодки*. В настоящее время авторы пытаются заставить флот роботолодок координировано работать вместе с целью построения различных сложных структур. При достаточном числе таких лодок, они могут соорудить мосты, взлетно-посадочные полосы и даже острова. В настоящее время в Пенсильванском университете имеется около ста роботолодок.

Воздушные роботы. Инженеры немецкой компании Festo разработали бионического робота-стрекозу, названного ими *BionicOpter*. Ранее специалисты этой же компании продемонстрировали крупного летающего робота *SmartBird*, который перемещается аналогично соколу. Длина искусственной стрекозы составляет 48 сантиметров, размах крыльев — 70 сантиметров, вес робота -175 граммов. Как и живой прототип, *BionicOpter* имеют четыре крыла, которые могут двигаться независимо друг от друга, обеспечивая роботу очень высокую маневренность.

Вследствие человеческой деятельности популяции медоносных пчел во всем мире находятся в упадке. Исчезновение этих насекомых представляет очень большую опасность экосистеме Земли. Проблема настолько остра, что команда ученых из Гарвардского и Северо-Восточного университетов США работают над проектом созданием пчелиного роя миниатюрных роботов (Рис. 2), которые могли бы опылять цветы и выполнять работу настоящих пчел. В рамках проекта создан рой роботов RoboBees, каждый из которых представляет собой летающий робот размером с пчелу. Рой роботов RoboBees управляется теми же алгоритмами, которым подчинено взаимодействие тысячи пчел в их природном рое.

Космические роботы. Инженеры из американской компании SpaceWorks Engineering работают над проектом защиты Земли от астероидов с помощью роя роботов. Каждый из роботов роя представляет собой, по сути, космический корабль, называемый MADMEN (Modular Asteroid Deflection Mission Ejector Node). MADMEN имеет вес в одну тонну и высоту, равную 11 метрам. В космос робота выводит ракета-носитель. Достигнув астероида, MADMEN самостоятельно садится на его поверхность и начинает сверлить скалу. Закрепившись на поверхности астероида, робот с помощью своей ядерной двигательной установке начинает медленно толкать астероид с частотой, равной примерно одному импульсу в минуту. Поскольку опасность для Земли представляет только большой астероид, на нем должно работать сразу несколько роботов, сотрудничая между собой, чтобы координировать свои действия. Необходимость использования роя роботов объясняется еще и тем, что, как правило, астероиды имеют некоторую угловую скорость вращения. Поэтому высаживать роботы следует по всей поверхности астероида, и включать их корректирующие двигатели так, чтобы результирующая тяга уводила астероид от Земли. Требуемое число роботов зависит от массы астероида, угловой скорости его вращения, дальности от Земли, начиная с которой роботы начинают свою работу. Кроме того, при определении этого числа следует учитывать надежность роботов, так чтобы при выходе из строя некоторого их числа оставшиеся могли решить задачу защиты Земли.

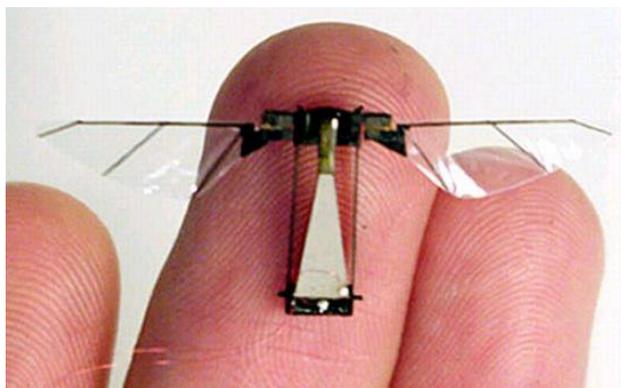


Рис. 2. Пример воздушных роевых роботов: робот роя RoboBees

Комбинированные роботы. Уникальный проект роя роботов Swarmanoid разрабатывается в ряде европейских институтов и лабораторий. Основной целью исследования является создание распределенной системы гетерогенных роботов и разработка алгоритмов управления ею. Предполагается создать рой роботов Swarmanoid из 60 ботов трёх видов: Eye-bot (глаза-бот), Hand-bot (рука-бот) и Foot-bot (нога-бот). Авторы проекта полагают, что разделение ботов по назначению повышает надежность и простоту эксплуатации всего роя роботов, позволяет сформировать более точную картину местности, успешно преодолевать различные препятствия.

Специалисты федерального института технологий в Цюрихе (Германия) создали автономных роботов-дронов, которые могут объединяться друг с другом на земле, а затем подниматься в воздух в виде летающей платформы. Проект носит название *распределённый летающий строй* (Distributed Flight Array). Обмен информацией между роботами роя реализован с помощью инфракрасных датчиков. Роботы могут быстро адаптироваться к меняющимся условиям полета роя, оптимизируя свою траекторию полета и траекторию роя в целом. Такой рой роботов может успешно применяться для слеже-

ния. Например, каждый робот может «смотреть» в заданную сторону, и при необходимости отделиться от основной группы и продолжить выполнение задания самостоятельно.

3. Проблемы проектирования движителей и манипуляторов для роевых роботов

Конструктивно любой робот включает в себя движители, манипуляторы и их схваты, двигатели, различные датчики, устройства связи и т.д. Специфическими для роботов являются первые два типа устройств.

Методы проектирования традиционных движителей прошли большой путь развития и в настоящее время поддержаны большим числом специализированных программных систем. Эти методы и программное обеспечение используются также для проектирования традиционных движителей роботов. Иной является ситуация с проектированием движителей, не имеющих прототипов в живой природе. Из этого класса движителей только для шагающих роботов усилиями большого числа ученых, в том числе советских и российских, в настоящее время достаточно развита их теория, которая позволяет оптимизировать режимы движения этих роботов, синтезировать алгоритмы управления ими. Для других движителей данного класса только предстоит разработать математические модели, а также методы, алгоритмы и программное обеспечение, построенные на основе этих моделей.

Аналогичная ситуация имеет место в области проектирования манипуляторов роботов. К настоящему времени хорошо развита теория, методы, алгоритмы и программное обеспечение, предназначенные для проектирования классических манипуляторов последовательной структуры. Подобный инструментарий для анализа и синтеза манипуляторов параллельной структуры находится в стадии становления.

4. Проблемы построения систем автоматического управления роем роботов

При построении систем управления роем роботов целесообразно исходить из *композиционной концепции*, сходной с физиологическими моделями управления движением в живых организмах и их сообществах (*бионический подход*). В соответствии с этой концепцией управление роем роботов можно разбить на три иерархических уровня.

Первый (низший) уровень – это процесс автоматического регулирования отдельных устройств одного робота, например, процесс отработки с помощью соответствующего регулятора (элементарного автомата) задающего воздействия на какой-либо сустав в антропоморфном схвате. Какие-либо связи между отдельными регуляторами (горизонтальные связи) на этом уровне отсутствуют.

Второй уровень управления отвечает за управление всем роботом в целом. Систему управления этого уровня можно считать автоматом, объединяющим все элементарные автоматы первого уровня. При этом каждый элементарный автомат решает свою собственную задачу, а, например, локомоционный процесс или процесс выполнения некоторой рабочей операции является результатом совместного действия этих автоматов. Важно, что управление всеми элементарными автоматами осуществляется параллельно.

Третий (верхний) уровень иерархии управления – это управление все роем в целом. Конечной целью управления на этом уровне является выполнение роем поставленной перед ним задачи.

Методы, алгоритмы и программное обеспечение для синтеза элементарных автоматов в настоящее время хорошо развиты, так что с алгоритмической точки зрения управление на низшем уровне иерархии не представляет проблем. Ограничиваемся поэтому двумя оставшимися уровнями.

Управление отдельным роботом. В настоящее время очень многое сделано для разработки теории и методов синтеза автоматов, управляющих роботом в целом. Проблема эта очень сложна, но близкие проблемы приходится решать при разработке любого сложного современного изделия (самолет, ракета, корабль, подводная лодка и т.д.). Специфика робототехники в данном случае состоит в том, что движители робота могут быть кинематически очень сложными. Кроме того, роботу часто приходится работать в условиях очень высокой природной неопределенности (перемещение по пересеченной местности, например) и/или неопределенности, обусловленной действиями и противодействиями других роботов, механизмов и людей. Последнее особенно характерно для военных роботов.

Поскольку работ функционирует в изменяющейся среде, он должен постоянно получать информацию об этой среде. Поэтому в системе управления роботом можно выделить две подсистемы - сенсорная и управляющая подсистемы.

Сенсорная подсистема (подсистема очувствления) включает в себя устройства, которые собирают информацию о внешней окружающей среде и о местоположении в пространстве различных частей робота. К этим устройствам относятся датчики линейных и угловых скоростей и ускорений, тактильные датчики осязания, фотометрические, ультразвуковые и локационные датчики и так далее. Важнейшей компонентой сенсорной подсистемы робота является *система технического зрения* (можно сказать, глаза робота). Основная задача этой системы состоит в том, чтобы получить изображения объектов окружающей среды (обычно, с помощью телевизионной камеры) и распознать эти изображения (принято говорить, распознать образы). Последняя проблема является центральной для создания систем технического зрения. Из многих объектов, присутствующих на изображении, робот должен выделить различные классы объектов: те, которые ему необходимы для выполнения каких-то действий; представляющие опасность; незнакомые объекты и т.д.

Системы управления современных роботов строят, как правило, на основе микропроцессорных ЭВМ. Эта ЭВМ получает информацию от «внешней» и «внутренней» сенсорных систем и на этой основе с помощью запрограммированных в ней алгоритмов управления роботом и его подсистемами вырабатывает управляющие воздействия для элементарных автоматов нижнего уровня иерархии.

Управление роем роботом. Обычно системы управления роем роботов строят на основе биологических принципов, используя такие популяционные алгоритмы как алгоритм роя частиц, роя пчел и т.д. Отметим, что не все популяционные алгоритмы могут быть использованы для управления роем роботов. Так широко известный муравьиный алгоритм оптимизации (Ant Colony Optimization, ACO) предполагает, что индивиды роя оставляют в среде, в которой они функционируют, специальные метки (в природе – феромонные) [1]. Реализация этой идеи усложняет робот, поскольку требует наличия у роботов роя соответствующих материалов, механизмов их размещения, а также детектирующих устройств. Во многих случаях изменение окружающей робота среды вообще является неприемлемым.

Заключение

Развитие робототехники требует решения широкого круга технических, технологических и научных проблем. В данной работе не затронуты многие из этих проблем. Так, практически за пределами обзора оказалась актуальная проблема разработки новых методов анализа и синтеза систем управления роями роботов, которые учитывали бы специфику этих объектов. Большие проблемы стоят на пути создания навигационно-информационных систем роя роботов. Одной из наиболее острых проблем, которая возникает при проектировании мобильных роботов и их роев, является проблема сокращения затрат энергии на функционирование роботов. Другими словами, необходимо кардинально повысить к.п.д. основных их механизмов. К этой проблеме примыкает проблема разработки компактных и мощных источников энергии для роботов.

Прежде чем начать профессионально заниматься робототехникой вообще и роевой робототехникой, в частности, необходимо в пределах, по крайней мере, трех первых курсов ВУЗа освоить методы высшей математики, физики, электротехники, электроники, сопромата и кибернетики и так далее.

Список литературы

1. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы вдохновленные природой / А.П. Карпенко. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 446 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ ПРИ ОСВОЕНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

БЕЛОВА Ольга Владимировна

*к.т.н., доцент, кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»
МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Технологии трехмерной печати, или технологии аддитивного производства (АП) с каждым днем завоевывают все новые области применения: медицина и стоматология, ювелирные изделия и строительство домов. С помощью этих технологий роботы сами печатают роботов. Технологии АП заслуженно называют революционными, поскольку они дают невиданные возможности изготовления изделий, какие имеет только сама природа, создавая совершенные формы, которым присуща легкость и одновременно прочность.

Формулируя основные преимущества новых технологий, необходимо отметить основные:

- возможность создания изделий сложной формы, например, содержащие внутри микро- и макрополости;
- соединения нескольких материалов с постепенным изменением свойств (часто для изготовления используются материалы в порошковой форме);
- изготовление одной детали вместо нескольких (поскольку вместо всех существующих технологий используется одна);
- количество отходов производства уменьшается на порядок (использовать повторно возможно только алюминиевую стружку);
- возможно изготовление каждого изделия непосредственно под заказчика (поскольку сложность формы детали не влияет на стоимость изготовления);
- сокращение сроков изготовления (готовая трехмерная цифровая модель с компьютера передается сразу на печатающий станок) и т.д.;

Все перечисленные преимущества требуют нетрадиционного подхода к созданию изделий от дизайнеров и конструкторов, а также широкий кругозор и знания технологических процессов. Такие инновационные отрасли, как авиакосмическая и автомобильная, первыми начали применения технологий АП во всем мире, поскольку снижение массы деталей – ключевая задача для инженеров данных областей совершенствования объектов техники.

Проектировщики таких компаний, как Boeing, Airbus, GE, создают фантастические конструкции элементов самолетов, двигателей, ракет, и в первую очередь их интерес прикован к возможности прямого изготовления деталей из металлических порошков путем их спекания или сплавления. GE недавно представила новый двигатель с элементами, изготовленными с применением АП (рис. 1) для легкого самолета (рис. 2) [1].

Подразделение Airbus Defence and Space в Великобритании после двухлетней программы разработки и испытаний в настоящее время изготавливает с помощью АП свою первую деталь для использования в космосе – кронштейн для телекоммуникационных спутников Eurostar E3000 (рис. 3) [2]. Ранее деталь состояла из четырех частей, которые скреплялись с помощью 44 заклепок. Детали изготавливаются на оборудовании фирмы 3T RPD Ltd [3].

Изготовление из алюминиевого порошка по технологии лазерного плавления позволило снизить массу изделия на 44% и повысить прочность на 40%, благодаря тому, что изделие состоит из единой детали, имеющей сложную форму.

Итак, использование в космосе аддитивных технологий – это свершившийся факт. Аддитивные технологии интересны для использования в авиакосмической отрасли еще и тем, что применяемые для нее аппараты испытывают высокие механические и тепловые воздействия, особенно при запуске и приземлении, что предъявляет особые требования к свойствам изделий. И здесь как раз могут быть применены все преимущества АП, а может быть найдены и новые технологические приемы.

Например, многие компании мира работают над созданием новых материалов, которые не могут использоваться при изготовлении изделий традиционными способами, а аддитивные технологии по-

звонят моделировать свойства жаропрочности, упругости, легкости и т.д. Например, уже используют такие сплавы как Инконель, сверхпрочный сплав кобальта и хрома, сплавы титана и т.д.

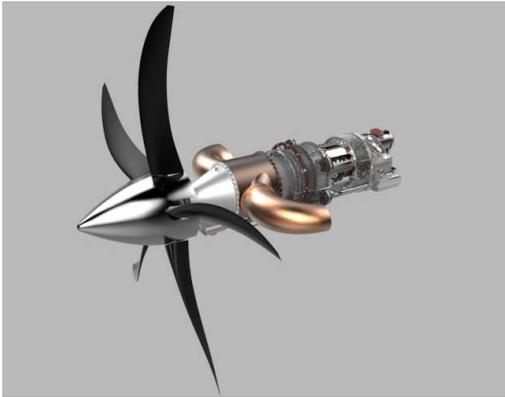


Рис. 1. Турбовинтовой двигатель GE



Рис. 2. Однодвигательный турбовинтовой самолет Cessna Denali с двигателем от GE

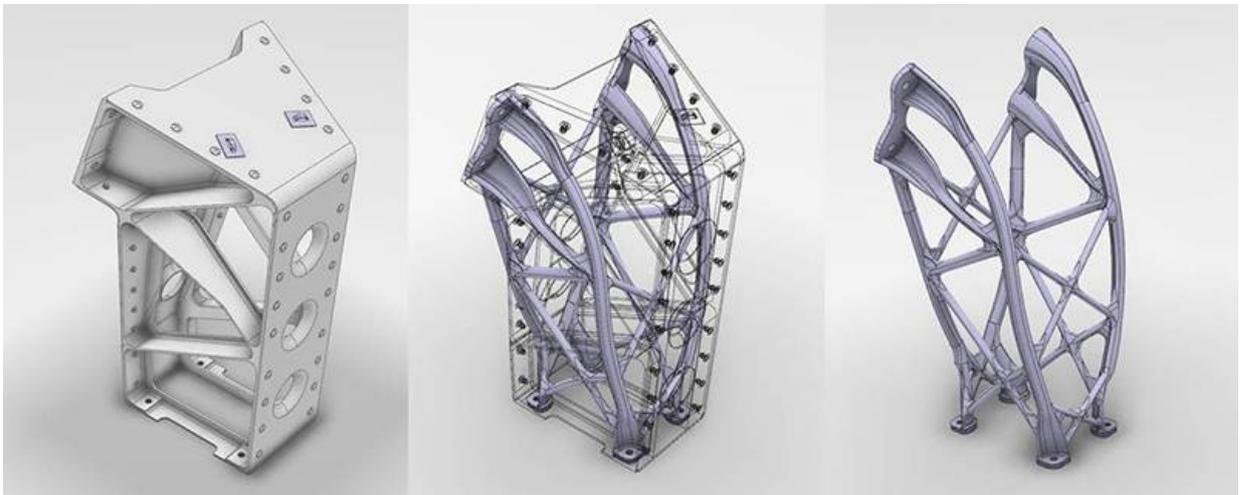


Рис. 3. Процесс изменения конструкции кронштейна для спутника

Пример кронштейна показывает нам преимущества использования бионического проектирования, когда происходит синтез техники и подходов, которые человек заимствует у природы [4].

Таким образом, основными преимуществами аддитивных технологий для аэрокосмической отрасли являются [5]:

- большой потенциал снижения массы конструкций;
- применение эффективных бионических конструкций;
- возможность объединения нескольких функций в одном изделии
- возможность объединения нескольких деталей в одну;
- значительное снижение отходов производства более чем на 90%;
- снижение потребления топлива и выбросов CO₂;
- быстрое изготовление деталей «по первому требованию»;
- оперативное изготовление без использования инструментов (нет затрат на инструменты);
- автоматическое производство 24ч/сутки;
- быстрый вывод изделия на рынок;
- сокращение сроков ремонта;
- общее сокращение затрат;
- высокая точность изготовления и стабильно высокое качество компонентов;
- возможность быстрого внесения изменений и т.д.

Эти преимущества использованы, например, в новой разработке NASA – метан-кислородном двигателе для миссии Марс-2020 [6]. Технологии позволили инженерам встроить терморезисторные датчики

в камеру сгорания, что позволяет собирать данные о процессе горения в процессе экспериментальных исследований. Метан рассматривается как более перспективное топливо, чем водород, поскольку температура жидкого метана выше, и он имеет большую плотность, что требует резервуаров для хранения меньшего размера. Кроме того, инженеры NASA планируют разработать систему получения метана и кислорода для двигателя из атмосферы Марса [7].



Рис. 4. Метановый двигатель NASA (инжектор – слева, камера сгорания – справа)

Инновационная конструкция двигателя со спиральными каналами для подачи топлива позволила увеличить эффективность работы всей системы. Изготовление таких каналов возможно только с применением АП. Очередной этап на пути к Марсу пройден.

Еще один интересный аспект открывается в связи с развитием АП – множество небольших и амбициозных компаний получают возможность доступа к полетам в космос. Технологии трехмерной печати не требуют той инфраструктуры в виде заводов с огромным парком станков, которая есть сегодня у корпораций, запускающих в космос ракеты. Не требуется и такого бюджета. Кроме того, стала возможной интеграция основных игроков на рынке космических услуг и новыми компаниями, владеющими цифровыми технологиями проектирования и 3D-печати. Такая возможность может придать новый импульс космической программе.

NASA в настоящий момент работает над созданием планетохода (Multi-Mission Space Exploration Vehicle) (рис. 5), способного исследовать поверхность Луны или Марса. Большинство деталей сложного корпуса вездехода изготовлены с использованием АП [9]. Внутри расположена мини-лаборатория, в которой будет поддерживаться атмосферное давление. Для выхода в открытый космос предусмотрены скафандры, которые отстыковываются от задней стенки.



Рис. 5. Планетоход NASA Multi-Mission Space Exploration Vehicle на испытаниях в пустыне

Использование 3D-печати на просторах космоса заслуживает особого внимания. Космические агентства всерьез задумались над идеей использования АП для изготовления запасных частей за пределами Земли. Опытный 3D-принтер был изготовлен компанией Made in Space, США [10] специально для МКС (рис. 6).



Рис. 6. Испытания установки 3D-печати специалистами компании Made in Space в состоянии невесомости

Кроме того, аддитивное производство можно использовать для построения рабочих и жилых зданий будущих инопланетных колоний. NASA инициировал конкурс инновационных разработок по технологии изготовления помещений на Марсе, и по итогам конкурса победившие проекты сейчас рассматриваются как перспективные для реального использования. Особенно интересен проект Mars Ice House (рис. 7), в котором предлагается построение куполов из льда с помощью печатающих самоходных роботов [11].

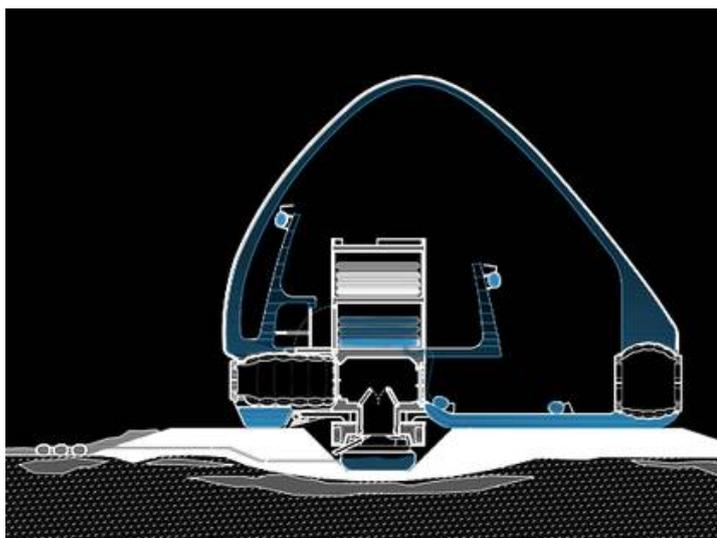


Рис. 7. Проект строительства помещений на Марсе Mars Ice House

Как мы видим, аддитивные технологии, не успев укорениться на Земле, уже готовы к покорению космоса, что должно вдохновить нас к их всестороннему изучению и внедрению. Это требует знаний многих областей знаний, от математики и физики до биологии, а также навыков в трехмерном моделировании, робототехнике, электронике, технологии и еще многих дисциплин. Междисциплинарность – это требование времени, поэтому какую бы профессию вы не выбрали, необходимо быть широким специалистом, чтобы быть востребованным на рынке труда, особенно для аэрокосмической отрасли.

Список литературы

1. Macdonald E. First 3D-Printed Air-Air Heat Exchanger to Take Flight on Cessna Denali. January 17, 2017. URL: <http://www.engineering.com/LinkClick.aspx?link=http%3a%2f%2fwww.unisonindustries.com%2f&tabid=6551&portalid=0&mid=429>.

2. Airbus Defence And Space Optimising Components Using 3d-Printing For New Eurostar E3000 Satellite Platforms. URL: <https://airbusdefenceandspace.com/newsroom/news-and-features/airbus-defence-and-space-optimising-components-using-3d-printing-for-new-eurostar-e3000-satellite-platforms/>.
3. Технология лазерного плавления металла компании 3T RPD Ltd. URL: <https://www.3trpd.co.uk/dmls.htm>.
4. Руйо А., Мейе Ж.А. Бионика. Когда наука имитирует природу. Пер. с франц. М.С. Широковой. М.: Техносфера, 2013. 280 с.
5. Веб-сайт компании Concept Laser. URL: <https://www.concept-laser.de/en/industry/aerospace.html>.
6. NASA Tests Methane-Powered Engine Components for Next Generation Landers. URL: <https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2015/nasa-tests-methane-powered-engine-components-for-next-generation-landers.html>.
7. NASA In-Situ Resource Utilization (ISRU) Development & Incorporation Plans. URL: https://www.nasa.gov/pdf/203084main_ISRU%20TEC%2011-07%20V3.pdf.
8. 3D-печать в космосе: возможно ли это? URL: <http://make-3d.ru/news/3d-pechat-v-kosmose-vozmozhno-li-eto/>.
9. Next Generation Vehicle for Space Exploration Driving New Tech Here On Earth. URL: https://www.nasa.gov/exploration/technology/space_exploration_vehicle/.
10. Веб-сайт компании Made in Space. URL: <http://www.madeinspace.us/>.
11. Веб-сайт проекта Mars Ice House. URL: <http://www.marsicehouse.com/>.

КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ: 60 ЛЕТ ПОСЛЕ ПЕРВОГО СТАРТА

КАЛИНКИН Дмитрий Анатольевич

*к.т.н., доцент, кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»,¹ главный специалист²
МГТУ им.Н.Э.Баумана¹, РКК «Энергия»²*

Запуск первого искусственного спутника Земли 12 октября 1957 года открыл пути применения космических средств для изучения и использования Космоса в интересах решения проблем человечества и положил начало развитию космических технологий.

Понятие Космос со временем уточнялось: устройство мироздания (Древняя Греция), мир небесных светил (19 век) или планетная система, окружающая Солнце («космогония», 20 век), Вселенная как единое целое, подчиняющееся общим законам («космология» 20 век), все, что находится за пределами Земли и её атмосферы[1]. Совершенствование технологий исследования расширяет наиболее доступную область ближнего космоса от околоземного до межпланетного космического пространства. Сегодня космические исследования охватывают изучение «дальнего космоса» и новые явления, связанные с влиянием космических факторов (невесомости, электромагнитных полей и излучений, температур, давлений и др.) на физико-химические и биологические процессы. Огромный поток научной и экспериментальной информации заставляет постоянно менять наши представления о структуре окружающего мира. Развитие новых технологий привело к коммерциализации околоземного космоса с созданием глобальных телекоммуникационных систем, объединяющих страны мира. Космос превращается в производственную силу [2]. Одним из следующих шагов является освоение тел Солнечной системы как части Вселенной.

Современные космические технологии используют условия космического полета для воспроизведения физических явлений. К условиям космического полета относятся невесомость, низкое давление окружающей среды, наличие потоков заряженных частиц и малых космических тел, электромагнитных полей и излучений, широкий диапазон изменения температур окружающей среды. По степени воспроизведения этих параметров представленные на рис.1 космические технологии полностью или частично имитируют условия космического полета на Земле, а условия жизни на Земле – в условиях

космического полета либо на других планетах, обеспечивают транспортировку и взаимобмен веществом, энергией и информацией между космическими и земными объектами.

Космические технологии можно условно разделить на обеспечивающие деятельность человека и развивающие его способности. Освоение планет Солнечной системы потребует создания новой транспортной космической системы, способной обеспечить регулярную и безопасную доставку людей и грузов, инфраструктуры орбитальных и планетных баз, космической ядерной энергетики, обеспечивающей длительную автономность работы.

В условиях орбитального полета развитие получили космическая связь и дистанционное управление искусственными системами космических объектов, навигация, метеорология, геодезия, картография, экология [3]. Исследование космоса предлагает с другой точки зрения рассматривать баллистику, динамику и механику полета, прочность. На Земле это приводит к развитию отраслей вакуумных электроники, металлургии, химии, испытания летательных аппаратов и их систем.

Решением ряда фундаментальных вопросов освоения ближнего и дальнего космоса в течение 70 лет занимается РКК «Энергия». С.П.Королев, 110 лет со дня рождения которого недавно отметили, так организовал работу своих коллег, что предприятие стало родоначальником, представленных на рис. 2, направлений развития космонавтики: первые искусственные спутники Земли, автоматические межпланетные станции для исследования Луны, Венеры, Марса, научные спутники, спутники связи и дистанционного зондирования Земли, спутники-разведчики [4,5].

Непрерывно с 1971 года совершенствуются технологии разработки и эксплуатации орбитальных станций и пилотируемых и грузовых космических кораблей (КК). В процессе модернизации отечественных кораблей сегодня реализуется идея переноса функций управления от наземных служб на борт КК, обусловленная как созданием новых бортовых алгоритмов наведения, позволяющих рассчитать программу полета от выведения КК на орбиту до расчетного момента встречи с международной космической станцией (МКС), так и установкой на него системы наблюдений, позволяющей автоматически определить текущие параметры орбиты корабля [6]. Новые алгоритмы управления позволяют обеспечить сближение модернизированных кораблей с МКС от момента выведения до механической стыковки как по традиционным схемам встречи продолжительностью 1...3 суток, так и по схемам «быстрой» встречи за три-четыре полетных витка или 4...6 час. после запуска КК. Расчет программы встречи и сближение реализуется без вмешательства наземных служб.



Рис.1. Космические технологии

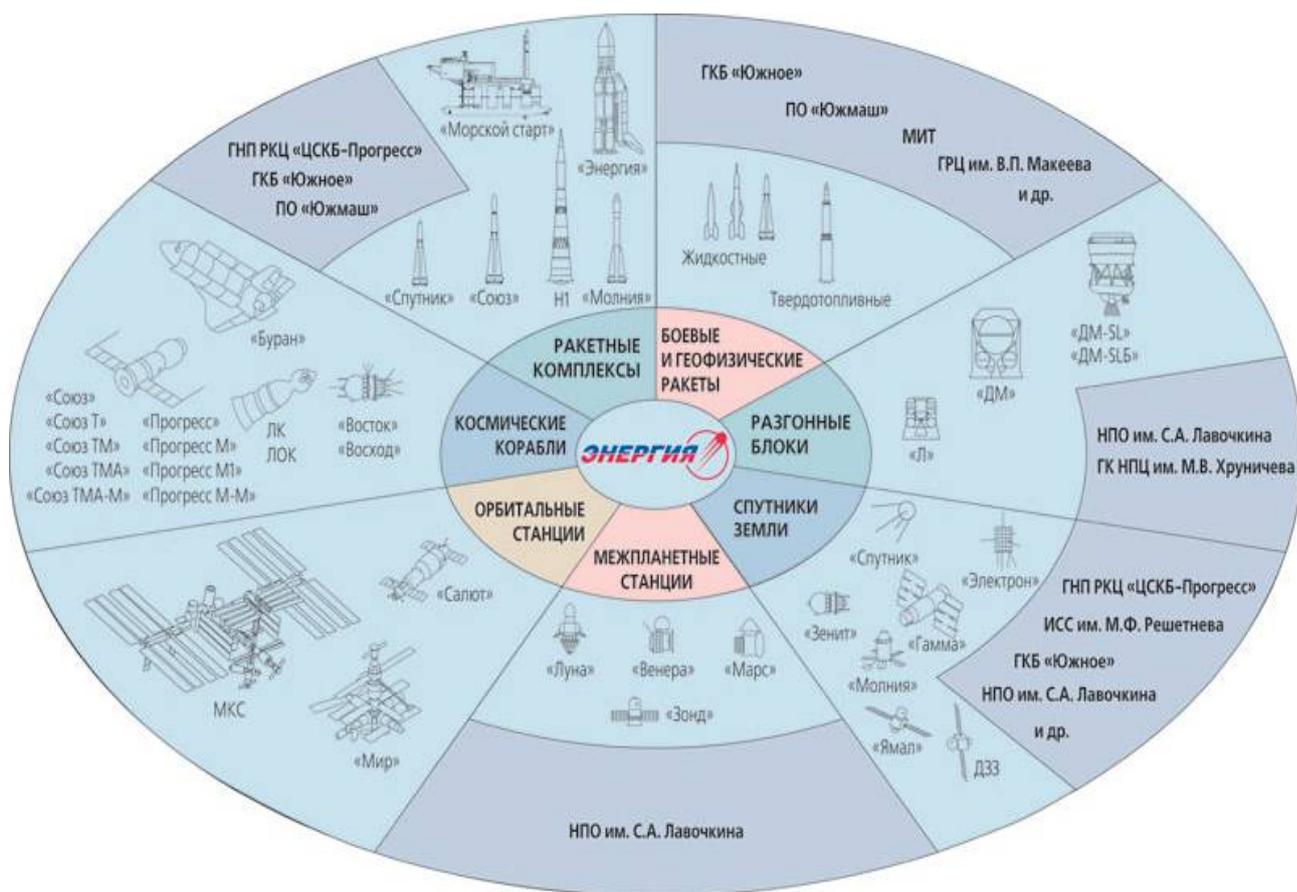


Рис.2. Вклад РКК «Энергия» в ракетно-космическую технику России [5]

Развитие энергетических и двигательных установок будет способствовать решению экологических проблем Земли, полету человека к Марсу, созданию системы беспроводной передачи энергии в космосе, созданию обитаемой лунной базы и началу промышленного освоения Луны, обеспечению защиты Земли от астероидно-кометной опасности [7].

В 1999 г. с экватора в Тихом океане по проекту «Морской старт» запущена ракета космического назначения (РКН) «Зенит-3SL». Интерес к проекту «Морской старт» (Sea Launch) связан с оригинальностью решаемых задач и их сложностью [8]. Система «Морской старт», интегрировав лучшие технологические решения России, Украины, США и Норвегии, дала новое качество средствам выведения космических аппаратов — подвижность морского стартового комплекса. Его отличает безопасность эксплуатации, отсутствие персонала на стартовой площадке, экологичность применяемых компонентов топлива и высокая эффективность. За 15 лет осуществлено 36 запусков (три из них неудачно) космических аппаратов на геостационарную орбиту. На сегодняшний день в России подготовлены и ждут своего часа новые, более мобильные проекты, обеспечивающие высокую подвижность с уменьшением периодичности старта, большую автоматизацию и автономность.

Для проектирования автоматических КА разработана универсальная космическая платформа «Ямал», которая не уступает, а по некоторым основным показателям превосходит лучшие мировые аналоги. На основе отечественных технологий созданы высокоэффективные спутники связи. Так, КА «Ямал-100» в 2000-2014 годах обеспечивал до 60% объема трансляции региональных ТВ-программ, 50% трансляции центральных ТВ-программ и 25% пользовательского доступа в Интернет, при его 10% доле в общем балансе функционирующих российских транспондеров [9].

Технология космических трансформируемых модулей с многослойной трансформируемой (наддувной) герметичной оболочкой является наиболее перспективной для увеличения массового совершенства обитаемого гермоотсека за счет его трансформации. Разрабатываемая отечественная технология космических модулей с многослойной трансформируемой гермооболочкой позволит создавать

модули больших размеров для доставки на орбиту существующей транспортной космической системой, улучшить компоновку внутреннего гермообъема с точки зрения складирования припасов и оборудования, обеспечения жизнедеятельности экипажа при длительных полетах, при проведении научных, медицинских и технологических экспериментов. По результатам проведенных экспериментов эта технология должна превзойти зарубежный аналог по уровню защиты экипажа от воздействия ионизирующего излучения космического пространства [10].

Список литературы

1. Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Редкол.: Р.А.Сюняев (Гл. ред.) и др. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Сов.энциклопедия, 1986 – 783 с.
2. Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы / Под научной редакцией В.П.Легостаева, В.А. Лопоты. – М.: РКК «Энергия». 2011.- 584 с.
3. Киселев А.И., Медведев А.А., Меньшиков В.А. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. -2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение / Машиностроение-Полет, 2002.
4. Королёв С.П. Энциклопедия жизни и творчества. М.: РКК «Энергия», 2014. 704 с.
5. РКК «Энергия» <http://www.energia.ru> (20.02.2017).
6. Микрин Е.А., Орловский И.В., Брагазин А.Ф., Усков А.В. Новые возможности автономной системы управления модернизированных кораблей «Союз» и «Прогресс» для реализации «быстрой» встречи с МКС // Космическая техника и технологии. 2015. № 4(11). С. 58–67.
7. Легостаев В.П., Лопота В.А., Синявский В.В. Перспективы и эффективность применения космических ядерно-энергетических установок и ядерных электроракетных двигательных установок // Космическая техника и технологии. 2013. № 1. С. 4–15.
8. Алиев В.Г., Легостаев В.П., Лопота В.А. Создание и пятнадцатилетний опыт эксплуатации ракетно-космической системы «Морской старт» // Космическая техника и технологии. 2014. № 2(5). С. 3–13.
9. Ковтун В.С., Королёв Б.В., Синявский В.В., Смирнов И.В. Космические системы связи разработки Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С.П. Королева // Космическая техника и технологии. 2015. № 2(9). С. 3–24.
10. Хамиц И.И., Филиппов И.М., Бурыйлов Л.С., Медведев Н.Г., Чернецова А.А., Зарубин В.С., Фельдштейн В.А., Буслов Е.П., Ли А.А., Горбунов Ю.В. Трансформируемые крупногабаритные конструкции для перспективных пилотируемых комплексов // Космическая техника и технологии. 2016. № 2(13). С. 23–33.

РОБОТЕХНИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (УМНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ)

МАШКОВ Константин Юрьевич

*к.т.н., доцент, кафедра «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы»
МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Человечество медленно заселяло Землю на протяжении последних 2 миллионов лет. Последнее крупное расселение предков современных людей началось примерно 100 тысяч лет назад сапиенсами, вышедшими из Африки, которые смешались при этом с более древними евразийскими архантропами [1].

Около 30 000 – 20 000 лет тому назад, на Земле сформировались очаги зарождения будущих цивилизаций различного типа. Там начали складываться основные направления хозяйственной деятельности и культуры людей (орудия и средства производства, зарождение охоты и рыболовства, земледелия и животноводства, ремесла, изготовление одежды и обустройство жилья, добывание огня и т.д.) [2]. В течении тысячелетий происходил переход от собирательства и охоты к производящему хозяйству. Появилось **земледелие**, которое могло прокормить множество людей и способствовало оседлости населения.

В результате, практически одновременно в нескольких районах земного шара, особенно благоприятных для земледелия, формируется несколько центров самого первого очага зарождения цивилизации [3].

Возникновение древних цивилизаций это сложный и длительный процесс, при этом каждая развивалась на основе определённых сельскохозяйственных культур (пшеница, рис, кукуруза). Так в 4-м тыс. до н.э. появились два первых очага цивилизации: шумерский — в низовьях Тигра и Евфрата (Междуречье) и египетский — в долине Нила. В середине 3-го тыс. до н.э. в Индии и в начале 2-го тыс. до н.э. в Китае самостоятельно формируются цивилизации. В то же время на Балканах выростала Критомикенская цивилизация, предшествовавшая древнегреческим государствам. Развитие цивилизаций в Мезоамерике началось на рубеже нашей эры.

Развитие сельского хозяйства происходило в течение тысячелетий медленно, повышая свою производительность, пока в результате механизации не произошёл перелом в производительности труда. Можно обозначить следующие этапы развития:

- традиционные методы ведения сельского хозяйства (до конца XIX века);
- использование инновационных технологий и средств механизации (до середины XX века);
- автоматизация, инновационное сельскохозяйственное производство, в том числе элементы точного земледелия и животноводства (конец XX - начало XXI века).

Патриархальное земледелие с трудом позволяло прокормить растущее население, особенно в зоне критического земледелия, в частности в средней полосе России, где крестьянин с трудом мог прокормить 5 – 7 человек.

Это наглядно отражено на картине известного художника Сергея Васильевича Животовского (1869 - 1936) (рис. 1) [4].

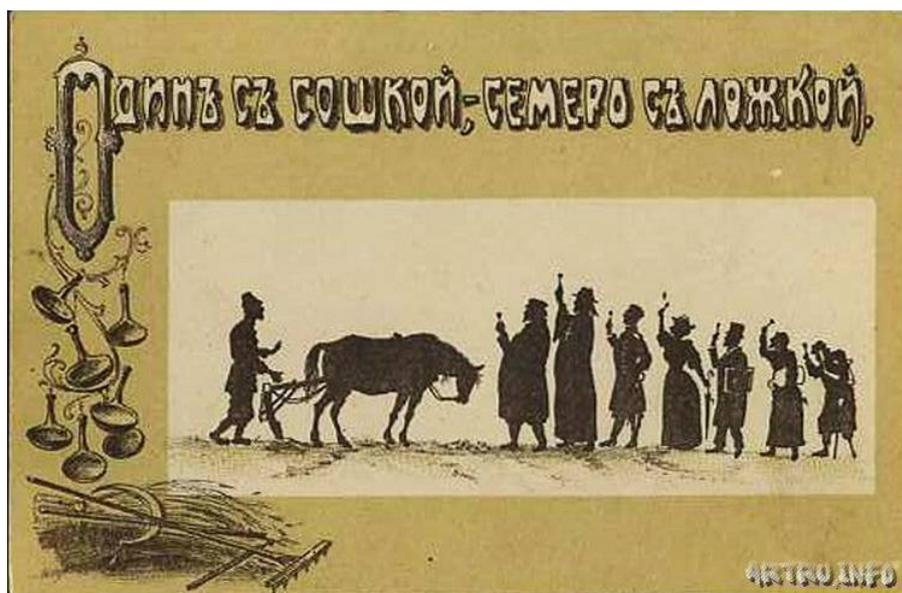


Рис. 1. Иллюстрация художника Животовского С. В

С появлением паровых машин, а за тем двигателей внутреннего сгорания, сельское хозяйство начало развиваться повышенными темпами и достигло современного уровня, при этом темпы развития значительно снизились.

На современный момент, когда информатизация является определяющим вектор фундаментальных научных работ в области механизации сельского хозяйства, наступает эпоха следующего витка развития сельскохозяйственного производства «точное земледелие» (Рис.2).

Точное земледелие включает в себя все имеющиеся средства механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, дополненные «Интернетом вещей» (когда машины и оборудование обмениваются данными и командами между собой без участия человека) [5], большим количеством данных и еще более тонкой электроникой, проникающей во все сферы аграрного производства и агробизнеса.

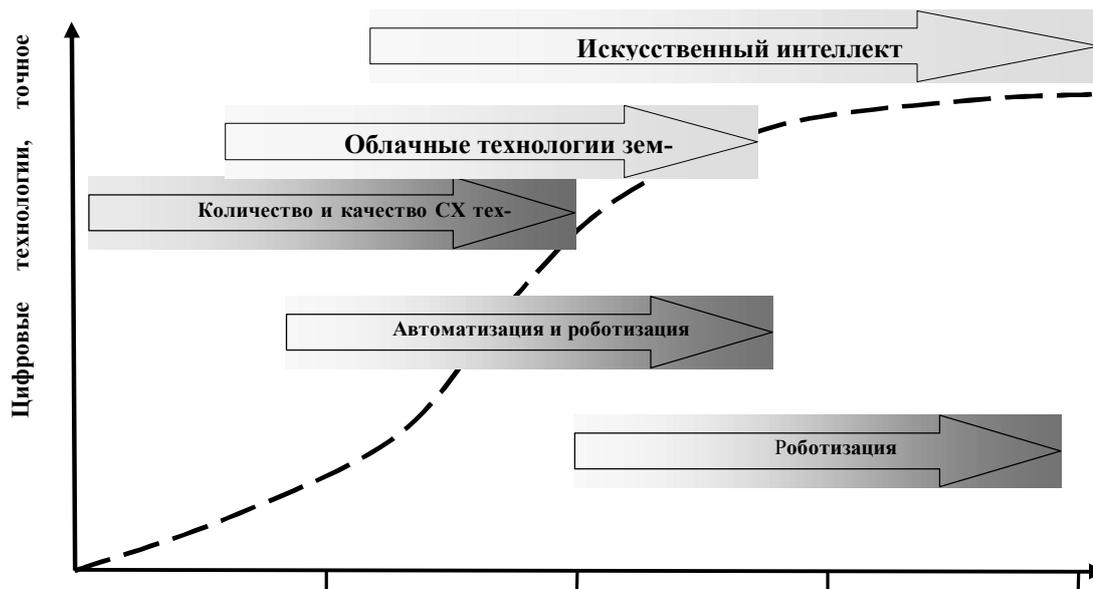


Рис. 2. Этапы развития точного земледелия

Инфраструктура аграрной сферы (в части земледелия) будет включать в себя навигационные спутники (НС), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и трактора- роботы с набором агрегатов (ТР) (Рис.3).



Рис. 3. Инфраструктура аграрной сферы точного земледелия

Современные информационные технологии, используя большие массивы данных с НС и БПЛА и автоматизировав сбор и анализ информации, позволят разрабатывать новые технологические процессы и решать широкий круг задач.

Обследование и инвентаризация земель:

- участки пашни, не обрабатываемые из-за эрозии;
- участки пашни с угнетенной растительностью;
- признаки разрастания овражно-балочной сети;
- засорённость полей сорняком.

Преобразование карты высот в карту уклонов:

- расчёт бессточной области и направление стока;
- планирования почвозащитных мероприятий;
- проектирование в гидромелиорации;
- инвентаризация гидротехнических сооружений.

Фитосанитарный контроль, вредители:

- прогнозирование эпидемиологической обстановки;
- профилактическая обработка биологическими и химическими средствами защиты, мест размножения вредителей;
- колонизация полей лесозащитных полос энтомофагами.

Видеомониторинг:

- изображение в режиме реального времени;
- непрерывный мониторинг работы техники;
- обнаружение посторонних лиц и машин;
- выявление фактов противоправной деятельности;
- экологический мониторинг;
- предупреждение ЧС по причине природных, техногенных и антропогенных факторов.

Наличие ТР работающих в общей связке с НС и БПЛА позволит в кратчайшие сроки внедрить систему параллельного и автоматического вождения при посеве (посадке) зерновых, кормовых культур и картофеля. Она является самой наглядной и быстро окупаемой частью технологии точного земледелия, предназначенная для проведения полевых работ и наиболее эффективна в условиях применения с широкозахватной техникой, в т. ч. в ночное время. Автоматизированная система обеспечит качественное выполнение операции, исключает пересев и огрехи, перерасход семян, оптимизировать площадь питания растений, сформировать полноценные всходы, обеспечит нормальное развитие растений и возможность получения стабильного урожая.

В заключении отметим, что координатное (точное) земледелие является одним из современных направлений возможной модернизации аграрного комплекса Российской Федерации и преследует следующие стратегические цели:

Формирование и опережающее развитие в России новейшего направления в области сельскохозяйственного машиностроения и приборостроения – разработки инновационных машинных технологий в сельском хозяйстве с широким привлечением средств интеллектуальной автоматизации; Ускоренное развитие отечественного агрокомплекса для обеспечения продовольственной безопасности страны и, преобразование России в ведущую мировую продовольственную державу [6].

Список литературы

1. Евразийские архантропы. http://www.dopotopa.com/p_oleksenlo_india_-kolybel_chelovechestva_termination.html.
2. Формирование общественных и экономических отношений. <http://www.zavtrasessiya.com/index.pl?act=PRODUCT&id=88>.
3. Очаги развития цивилизаций. images.rambler.ru/search?query=Очаги
4. Животовский С. В. Один с сошкой - семеро с ложкой. https://wiki2.org/ru_jpg
5. Что такое облачные технологии и зачем они нужны. <http://news-world.info/science/492-oblachnyetehnologii-chto-takoe-i-zachem-oni-nuzhny.html>
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 г. М* 151 –р «Стратегия устойчивого развития сельских территории Российской Федерации на период до 2030 года». <http://dikipedia.ru/document/5208837>

Симпозиум 2

Естественные науки и современный мир

О ГЕОХИМИЧЕСКОМ ЛАНДШАФТЕ И СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ЕГО ИЗУЧЕНИИ

БОГАТЫРЕВ Лев Георгиевич

к.б.н. доцент, лауреат премии Президента РФ в области образования,
заслуженный преподаватель МГУ имени М.В. Ломоносова

МАСЛОВ Михаил Николаевич

к.б.н, научный сотрудник, лауреат премии Президента РФ,
МГУ имени М.В. Ломоносова

Геохимия ландшафта одна из важнейших естественных дисциплин, целью которой, по мнению академика А.Е. Ферсмана, является изучение истории атомов земной коры и закономерностей их миграции, концентрирования и рассеивания. Эта наука связана со многими смежными дисциплинами, среди которых ведущее место принадлежит почвоведению.

Геохимия ландшафтов изучает закономерности миграции химических элементов и формы их нахождения в геосистемах Земли. Фундаментальной основой для изучения геохимии ландшафтов является положение, сформулированное А.Е. Ферсманом, который писал: "Два основных момента определяют геохимию каждой области - ее геологическое прошлое и ее климатическое настоящее". Действительно, характер горных пород, минералогические особенности определяют изначальную устойчивость минеральной матрицы к процессам выветривания и размер пула важнейших элементов, которые наследуются почвами в процессе их эволюции. Климат обуславливает закономерности современного гипергенеза (выветривания) и скорости миграции элементов в системе сопряженных ландшафтов.

Геохимия ландшафтов имеет широкое практическое применение: ландшафтно-геохимические методы применяются при поиске месторождений полезных ископаемых, определения ореолов распространения загрязнения различными элементами и веществами, при определении оптимальных соотношений и норм микроэлементов для жизни и здоровья людей, животных и растений. Фундаментальной основой для исследований в области геохимии ландшафта служит концепция целостного (холистического) подхода, который предусматривает рассмотрение данного объекта как единого целого, для которого характерна своя структурно-функциональная организация. Заметим, что структурирование пространства используется в различных дисциплинах – от биологии до почвоведения и геохимии. В биологии, например, от молекулярного до биосферного, в почвоведении – от педона до почвенного покрова, в геохимии – от элементарного ландшафта до геохимического ландшафта и до геохимических ассоциаций по М.А. Глазовской.

Под геохимическим ландшафтом академик Б.Б. Польшов понимал парагенетическую ассоциацию сопряженных ландшафтов, связанных между собой миграцией элементов. Иными словами, геохимический ландшафт – это участок территории, в котором осуществляется качественно своеобразная миграция химических элементов атмосферы, гидросферы и литосферы. По сути геохимический ландшафт представляет собой географический ландшафт, рассматриваемый с точки зрения миграции химических элементов.

Выделяют следующие виды миграции химических элементов: механическая, физико-химическая, биогенная и техногенная. Механическая миграция представляет собой передвижение обломков горных пород различных размеров без изменения их химических свойств. Это наиболее простой вид миграции, подчиняющаяся законам механики. Это преимущественный вид миграции золота, платины, олова, титана, свинца и других металлов, образующих россыпи. Механическая миграция является практически единственным видом миграции в пустынях и высокогорьях. Физико-химическая миграция представляет собой перемещение элементов в ионной и молекулярной формах в результате химических реакций диффузии, растворения, осаждения, сорбции и десорбции. Это преимущественный вид миграции на-

трия и хлора, является одним из ведущих видов миграции в условиях влажных тропиков. Биогенная миграция осуществляется за счет деятельности живых организмов. За счет биогенной миграции осуществляется цикл фосфора и калия. Техногенная миграция – особый вид миграции, представляющий собой перемещение элементов в любой форме нахождения или их изменение под воздействием деятельности человека.

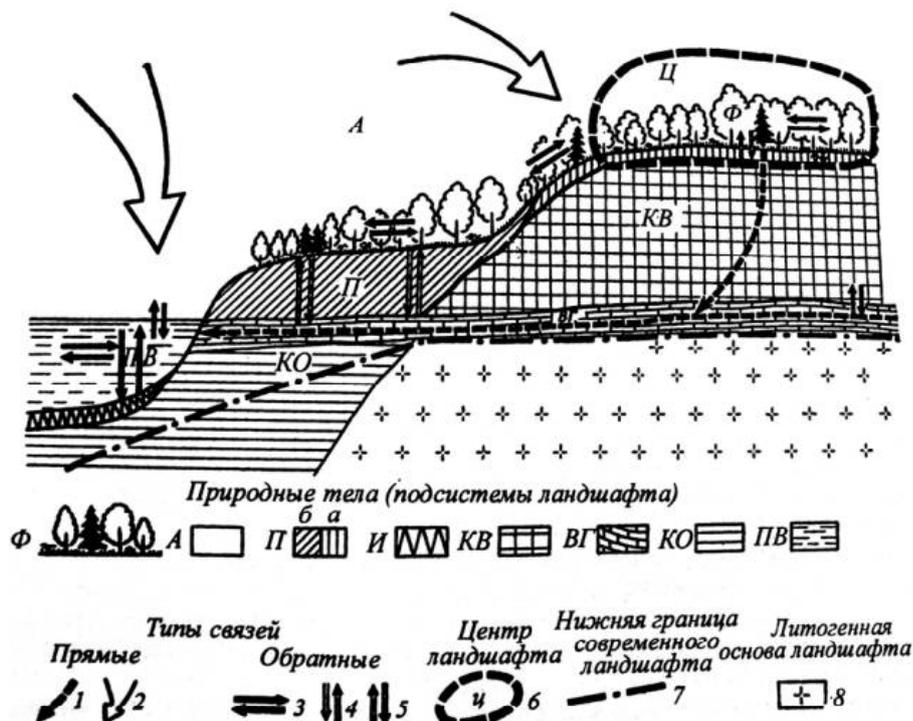


Рис. 1. Геохимический ландшафт (по А.И. Перельману).

Обозначения: Ф – наземный фитоценоз; А – приземная атмосфера; П – почвы (а – элювиальная, б – супераквальная); И – ил; КВ – кора выветривания; ВГ – водоносный горизонт; КО – континентальные отложения; ПВ – поверхностные воды. Связи: 1 – водные; 2 – воздушные; 3 – биотические; 4 – биогенные; 5 – водные и воздушные; 6 – центр ландшафта; 7 – нижняя граница ландшафта; 8 – коренные породы.

По преобладающему виду (видам) миграции А.И. Перельман выделял ландшафты абиогенные (выражены механическая и физико-химическая миграция), например, высокогорья; биогенные (ведущий вид миграции – биогенная, механическая и физико-химическая миграции имеют подчиненное значение), например, лесные или лесостепные ландшафты; культурные ландшафты (преобладает техногенная миграция, но остальные виды миграции также выражены).

К настоящему времени сформулированы определенные обобщения, носящие названия частных концепций, принципов и правил, которые являются теоретической основой для исследования геохимического ландшафта. Указанные обобщения подразделяются на два раздела: первый объединяет положения, касающиеся структурной организации, тогда как второй – особенности функциональной организации (табл. 1).

Таблица 1. Основные теоретические положения геохимии ландшафта

Концепция структурной организации	Концепция функциональной организации
Принцип макроструктурности: выбор оптимальных размеров геохимического ландшафта для исследования	Закон Б.Б. Польшова: потоки веществ имеют системообрующее значение.
Принцип устойчивости геохимических параметров: однотипным ландшафтам свойственны сходные миграционные структуры	Принцип максимального миграционного взаимодействия: взаимосвязь внутри области геохимического ландшафта должна быть больше чем связь с внеландшафтными потоками
Правило геохимической индивидуальности: целостность элементарного геохимического ландшафта обеспечивается радиальной геохимической структурой, а геохимического ландшафта – латеральной структурой	Правило типоморфности: условия миграции определяют ведущие типоморфные элементы
Принцип объединения в элементарные ландшафты: в элементарные ландшафты объединяются участки с тесными внутренними связями	Принцип объединения в геохимические ландшафты: объединяется система элементарных ландшафтов, связанная единым циклом миграции веществ
Принцип геохимической специфичности мигрантов: в миграции не может быть абсолютных аналогов, за исключением изотопов.	
Концепция геохимических полей: обусловлена индивидуальностью ландшафтов и барьеров	
Принцип квантованности: в его основе лежит разделение и группировка биогенных ландшафтов на основе использования биомассы и годичной продуктивности (по А.И. Перельману)	

На начальных этапах исследование геохимии ландшафта должно основываться на установлении принадлежности изучаемого района к геологическому району и природной зоне. В современных условиях важным является определение степени антропогенной нагрузки, включая особенности и специфику промышленного загрязнения.

При исследовании ландшафта обычно выделяются следующие важнейшие блоки, которые должны быть описаны. Первый компонентом является почва, ее классификационная принадлежность, строение, важнейшие химические, физические и биологические свойства. Почва характеризует элементарную структурную ячейку – элементарный ландшафт, который в свою очередь с другими элементарными ландшафтами, обычно приуроченными к разным геоморфологическим элементам, образуют уже систему – геохимический ландшафт. Хорошим примером в этом отношении служит, например последовательное исследование в системе «водораздел – склон – аккумулятивный ландшафт». Последний может быть представлен поймой или каким-либо понижением. Важным является установление особенностей геохимического ландшафта с точки зрения однотипности и характера отложений в пределах всего геохимического профиля и роли почвенно-грунтовых вод.

Самостоятельный раздел представляет собой изучение природных вод – определение уровня залегания почвенно-грунтовых вод, их состава, а также динамики природных вод, включая ручьи, озера, реки в целях определения типоморфных элементов, классификации вод и разнообразных расчетов, в том числе, коэффициентов водной миграции и т.д.

Не менее существенным разделом в геохимии ландшафта является определение геохимической обстановки. Сюда входит исследование окислительно-восстановительного потенциала, роли оглеения, а также определение степени карбонатности, солености и т.д. Таким образом, исследование геохимического ландшафта представляет собой довольно сложную задачу.

В самом интегральном виде исследование и развитие в области геохимии ландшафта определяется несколькими факторами. Среди них первое место принадлежит задаче практического характера, например, в геохимии ландшафта это было связано с разработкой методов поисков рудных метасорождений, а в почвоведении с решением вопросов повышения урожайности. Другой проблемой является исследование почв и ландшафтов в целях установления закономерностей и характера загрязнения

окружающей среды. Продолжает оставаться востребованность развития науки в теоретическом отношении. Здесь уместно привести систему концепций, принципов и законов, сформулированных академиком Н.С. Касимовым. В развитие науки существенное место принадлежит проверке различных гипотез на основе экспериментальных исследований. Развитию науки способствует перенесение и использование подходов, разработанных в смежных дисциплинах. В этом отношении примером является изучение особенностей биологического круговорота, признанного в геохимии ландшафта одним из важнейших законов. Развитию науки стимулирует приложение фундаментальных наук в исследовании ландшафтов и почв, таких как математика, химия и физика. Например, в их числе разработка концептуальных и математических моделей, а также широкое использование теории вероятности, в частности статистики. Нельзя снимать со счетов влияние на развитие науки смежных дисциплин, например, таких как география, геология, минералогия, биология и др.

Таким образом, геохимия ландшафта выступает в настоящее время одной из наиболее востребованных научных дисциплин, играющих важнейшую роль в познании процессов происходящих в биосфере.

Список литературы

1. Ферсман А.Е. Геохимия (в 4 томах). Из-во Гос. Науч-тех. хим. литературы. 1934 г.
2. Касимов Н.С. Базовые концепции и принципы геохимии ландшафта // Геохимия Биосферы. М., -Смоленск, 2006. с. 21-25.
3. Богатырев Л.Г. Основные концепции, законы и принципы современного почвоведения. Макс Пресс, 2015. С. 195.
4. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Высшая школа, 1989, с.526.

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА ^{90}Sr В СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ В ОТДАЛЁННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ВЫПАДЕНИЙ

ЦВЕТНОВА Ольга Борисовна

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

кафедры радиэкологии и экотоксикологии,

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В рамках исследований по биогеохимии техногенных радионуклидов в последние годы очень активно развивается направление, связанное с изучением потоков этих элементов в системе «почва – растение» и их изменениями во времени. При этом наибольшее внимание уделяется ^{137}Cs – основному радионуклиду чернобыльского выброса. В частности, для лесных экосистем РФ, подвергшихся радиоактивному загрязнению и характеризующихся различными почвенно-экологическими условиями и типами выпадений, была определена динамика основных потоков этого радионуклида [5,6]. В то же время сравнительные оценки динамики биологического круговорота другого дозообразующего радионуклида чернобыльского выброса – ^{90}Sr – единичны. Ранее было установлено, что через 10 лет после чернобыльских выпадений в биогеохимической миграции ^{90}Sr в лесных экосистемах ведущая роль в его аккумуляции принадлежит древесному ярусу. В зависимости от почвенно-экологических условий и физико-химической формы выпадений в нём может аккумулироваться от 10 (на автоморфных участках и участках ближней зоны) до 20% (на гидроморфных участках) от суммарного загрязнения биогеоценоза. Вклад травяно-кустарничкового яруса – невелик (до 2,5%), а роль грибного комплекса и мохово-лишайникового покровов в биогеохимическом цикле ^{90}Sr мало значима [7]. Для более отдалённого периода после выпадений подобных исследований не проводилось. В связи с этим целью нашей работы является оценка основных показателей биологического круговорота ^{90}Sr в сосновых фитоценозах Брянской области РФ в отдалённый период после чернобыльских выпадений.

Исследования проводили в течение 2014-2016 гг. на территории радиоэкологического полигона, заложенного в сосняке-зеленомошнике 70-80-летнего возраста (Красногорский район Брянской области). Доминирующей породой данного растительного сообщества является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), травяно-кустарничковый ярус и моховой покров достаточно хорошо выражены. На полигоне сформированы слабоподзолистые иллювиально-железистые песчаные почвы на флювиогляциальных отложениях, которые характеризуются очень кислой и кислой реакцией среды, ненасыщенны основаниями и очень низкогумусны [5,6].

Для определения плотности загрязнения исследуемых почв по ^{90}Sr специальным буром производили отбор проб подстилки и минеральных слоев до глубины 30 см [7]. Изучение показателей биологического круговорота ^{90}Sr осуществляли по методикам, традиционно принятым в области изучения биологического круговорота веществ [1]. Для получения экспериментального материала на участке проводили выбор модельного дерева с учётом таксационного описания растительного покрова. Выбранное модельное дерево спиливали и разделяли на структурные части: прирост хвои текущего года формирования, хвоя прошлых лет формирования, ветви крупные (толщиной > 1 см), ветви мелкие (толщиной < 1 см). Отбор компонентов производили равномерно по всей кроне. Отбор проб наружных и внутренних слоев коры, а также древесины осуществляли из выпилов, сделанных на разной высоте ствола [7]. Запасы фитомассы и годичной продукции в древесном ярусе лесного насаждения рассчитывали на основании экспериментального материала и математических зависимостей, полученных для исследуемых фитоценозов в наших предшествующих исследованиях на территории Брянской области [5-7]. На ключевых участках также проводилось определение фитомассы доминирующих видов травяно-кустарничкового яруса (вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* L.); ландыш майский (*Convallaria majalis* L.); черника (*Vaccinium myrtillus* L.)) и мохового покрова (*Pleurozium Schreberi*, *Dicranum rugosum*) методом укосных площадок размером 1×1 м в 10-кратной повторности. Определение фитомассы подземных органов травянистых растений проводили методом отбора монолитов с последующей отмывкой корней, а сосны - на основании модельного дерева, в направлении от ствола которого на ширину кроны закладывалась траншея до глубины проникновения основной массы корней. Методика определения включала снятие 10-см слоев почвы с последующей отмывкой корней диаметром < 10 мм и > 10 мм. После фракционирования корни высушивались, затем определялась фитомасса каждой фракции в исследуемой почвенной толще [1]. Количественную оценку поступления органического вещества и ^{90}Sr в составе опада в сосняке осуществляли с помощью опадоуловителей размером 1×1 м, которые устанавливались на участке в 10-кратной повторности. Сбор опада проводили поздней осенью.

Определение удельной активности ^{90}Sr осуществляли после радиохимической подготовки, результатом которой было получение счётного образца – оксалата кальция с соосложённым ^{90}Sr [3]. Измерения проводили на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад в 3 – 5 – кратной повторности. Ошибка измерения – 10%.

Проведенные нами ранее исследования продукционных процессов показали, что в исследуемом биогеоценозе запасы фитомассы и годичный прирост в древесном ярусе составляют соответственно 21,5 и 0,7 кг/м². Основная доля в общей фитомассе приходится на древесину (69%), а в годичном приросте – на древесину (43%) и ассимилирующие органы текущего года формирования [5-7].

По данным на начало исследований, плотность загрязнения 0-30 см толщи почв сосняка по ^{90}Sr составляет 14,69 кБк/м², при этом 55,8% от суммарного запаса радионуклида приходится на лесную подстилку и 0-1 см прилегающий подподстилочный слой. Значительно меньшими уровнями загрязнения характеризуются компоненты растительного покрова. Полученные результаты свидетельствуют, что удельная активность ^{90}Sr в различных компонентах древостоя сосняка колеблется от 0,28 до 2,08 кБк/кг (табл. 1).

Таблица 1. Удельная активность и запасы ^{90}Sr в компонентах древостоя сосняка-зеленомошника

Компонент древостоя		Удельная активность ^{90}Sr , кБк/кг	Запасы ^{90}Sr в фитомассе			
			Общая фитомасса		Годичный прирост	
			кБк/м ²	%	Бк/м ²	%
Древесина		0,28 ± 0,04	4,22	45,2	81,9	17,3
Кора	наружная	1,02 ± 0,12	0,48	5,1	4,2	0,9
	внутренняя	2,08 ± 0,24	0,90	9,9	8,2	1,7
Ветви	мелкие (d < 10 мм)	1,37 ± 0,16	0,23	2,5	9,6	2,0
	крупные (d > 10 мм)	0,81 ± 0,09	0,96	10,3	4,9	1,0
Хвоя	текущего года	0,76 ± 0,09	0,18	1,9	207,8	43,8
	прошлых лет формирования	1,17 ± 0,14	0,49	5,2	-	-
Корни	мелкие (d < 10 мм)	1,88 ± 0,27	1,22	13,1	141,9	29,9
	крупные (d > 10 мм)	0,39 ± 0,06	0,66	7,1	15,8	3,3
Общий запас			9,34	100	474,3	100

При этом минимальные показатели отмечаются в древесине, а максимальные – во внутренних слоях коры. В целом по уровню накопления ^{90}Sr в компонентах древостоя сосны можно построить следующий убывающий ряд: кора внутренняя > корни мелкие > ветви мелкие > хвоя прошлых лет формирования > кора наружная > ветви крупные > прирост хвои текущего года > корни крупные > древесина. Этот ряд согласуется с полученными нами ранее данными и подтверждается результатами исследований других авторов [2,7]. Исходя из запасов фитомассы и удельной активности различных структур нами были рассчитаны запасы ^{90}Sr в древостое сосняка. В целом суммарный запас радионуклида в древостое составляет 9,34 кБк/м², при этом в различных компонентах запасы ^{90}Sr колеблются от 0,18 до 4,22 кБк/м² (табл. 1). По величине запаса ^{90}Sr можно построить следующий убывающий ряд: древесина > корни крупные > ветви крупные > кора наружная > корни мелкие > хвоя прошлых лет формирования > кора внутренняя > ветви мелкие > хвоя текущего года формирования. То есть, несмотря на минимальную удельную активность, основные запасы ^{90}Sr приходятся на древесину вследствие ее высокой массовой доли в древостое. Суммарный запас ^{90}Sr в годичном приросте составляет 474 Бк/м², при этом по структурам данный показатель варьирует от 4,2 до 208 Бк/м². Значительную часть запаса в годичном приросте формируют ассимилирующие органы текущего года формирования (43,8%) и древесина (17,3%), вклад остальных компонентов относительно невелик.

Исследование продукционных процессов в травяно-кустарничковом ярусе и моховом покрове свидетельствуют, что запасы фитомассы в этих компонентах невелики и составляют всего 0,097 кг/м², при этом большая часть аккумулирована в наземной части травяно-кустарничкового яруса – 58,8%.

По сравнению с древесными растениями в травянистых видах и мхах отмечается более высокая удельная активность ^{90}Sr (табл. 2).

Таблица 2. Удельная активность и запасы ^{90}Sr в доминирующих видах травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова сосняка-зеленомошника

Вид	Часть растения	Удельная активность ^{90}Sr , кБк/кг	Запасы ^{90}Sr в фитомассе	
			Бк/м ²	%
Ландыш	Надземная	2,59±0,29	64,80	55,4
	Корни	1,59±0,18	12,69	10,8
Вереск	Надземная	0,85±0,11	19,60	16,8
	Корни	0,24±0,04	0,26	0,2
Черника	Надземная	1,78±0,23	17,96	15,4
	Корни	0,06±0,01	1,69	1,4
Общий запас			117,0	100
<i>Моховой покров</i>				
Pleurozium Schreberi + Dicranum rugosum		2,34±0,30	48,8	100

Интересно отметить, что максимальная удельная активность ^{90}Sr наблюдается в видах, которые ранее были отнесены к аккумуляторам этого радионуклида – ландышу майскому [7] и мхам [4]. Причем, ландыш накапливает этот радионуклид как в надземной части, так и подземных органах. Расчет запасов ^{90}Sr в травяно-кустарничковом ярусе и моховом покрове показал, что он составляет 165,8 Бк/м², при этом основная часть этого запаса приходится на ландыш майский.

Масса опада в исследуемом сосновом фитоценозе составляет 2,42 г/см². Наибольшее поступление органического вещества отмечается с опадом ассимилирующих органов (хвоя) – 58,2%. Наши исследования показали, что удельная активность компонентов опада варьирует от 437 Бк/кг (шишки) до 2,1 кБк/кг (ветви). В соответствии с массой и удельной активностью различных фракций опада суммарное поступление ^{90}Sr в его составе составляет 406 Бк/м². Основное поступление ^{90}Sr отмечается с фракцией хвои (до 62%) и минимальное – с фракцией шишек (2,4%). Таким образом, в настоящее время суммарный запас ^{90}Sr в сосновых биогеоценозах Брянской области на участках автоморфных ландшафтов составляет 24,2 кБк/м². Основная его часть депонирована в почве (60,7%), соответственно в биоте – 39,3%. При этом в древесном ярусе сосредоточено 38,6%, а в травяно-кустарничковом ярусе (0,5%) и моховом покрове (0,2%) – всего 0,7%. Отсюда очевидно, что за прошедший после аварии 30 – летний период роль биоты, в особенности древесного яруса, в биогеохимической миграции ^{90}Sr существенно возросла. Так, накопление данного радионуклида на участках автоморфных ландшафтов в древостое увеличилось почти в 4 раза.

Распределение суммарных запасов ^{90}Sr по компонентам соснового биогеоценоза неравномерно. В почве большая часть активности (55,8%) до настоящего времени сосредоточена в лесной подстилке и 0-1 см прилегающим подподстилочном слое, в древостое основной запас ^{90}Sr находится в древесине, в травяно-кустарничковом ярусе и моховом покрове – в надземной части растений. в годичном приросте древесного яруса – в древесине и ассимилирующих органах текущего года формирования. При этом годовой поток ^{90}Sr в составе опада в почву достаточно велик (406 Бк/м²) и почти сопоставим с годичным поступлением этого радионуклида в древесный ярус (474 Бк/м²).

Список литературы

1. *Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В. и др.* Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М.: Мысль, 1978. 183 с.
2. *Переволоцкий А.Н.* Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах. Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. 255 с.

3. Методические рекомендации МР 2.6.1.0094-14 «Радиохимическое определение удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой продукции, почвы, других объектов окружающей среды и биопробах».
4. *Нифонтова М.Г., Алексащенко В.Н.* Накопление ^{90}Sr и $^{134,137}\text{Cs}$ в грибах, лишайниках и мхах из ближней зоны Чернобыля // Экология. 1992. № 3. С. 26-30.
5. *Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Касацкий А.А.* Динамика загрязнения ^{137}Cs различных компонентов лесных экосистем Брянского Полесья // Вестник Московского университета. Сер. 17 почвоведение, 2014. № 3. С. 17-22.
6. *Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Касацкий А.А.* Некоторые показатели биологического круговорота ^{137}Cs и ^{39}K в лесных экосистемах Брянского Полесья в отдаленный период после чернобыльских выпадений // Вестник МГУ. Сер. 17 почвоведение, 2011. № 3. С. 43-48.
7. *Shcheglov A.I., Tsvetnova O.B., Kliashtorin A.L.* Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems. М.: Nauka. 2001. 235 p.

ВОЗМОЖНОСТИ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОЦЕНКИ ЕГО СОСТОЯНИЯ

КОНЮШКОВА Мария Валерьевна

К.С.-Х.Н., С.Н.С.

МГУ им. М.В. Ломоносова

Дистанционные материалы применяются для изучения почвенного покрова начиная с 1930-х гг. [1]. В 1950 г. в Почвенном институте им. В.В. Докучаева была создана лаборатория крупномасштабного картографирования почв, которая ставила своей задачей разработку методов крупномасштабного картографирования почв в различных почвенно-географических зонах нашей страны на основе аэрометодов [2]. Начиная с 1970-х гг. для изучения почвенного покрова стали широко применяться космические снимки [3-8].

В настоящее время в процесс исследования почвенного покрова активно внедряются современные технологии, основанные на компьютерной обработке снимков и составлении карт. Главными достоинствами новых методов являются точная привязка объектов исследования с помощью навигаторов спутниковой связи, выявление и математическое обоснование связи изображения на снимках с почвами и их свойствами, а также анализ особенностей их распространения.

Дистанционная оценка почвенного покрова направлена на решение целого круга задач:

- Оценка географического распространения почв
- Учет площадей почв
- Оценка состояния почвенного покрова
- Мониторинг состояния почвенного покрова
- Задачи рационального природопользования, устойчивого земледелия

Существует два основных подхода к дистанционной оценке почвенного покрова: прямой (открытой поверхности почв) и косвенный (по дешифровочным признакам). В случае съемки открытой поверхности почв оценивают такие свойства почв, как минералогический состав (в особенности это касается железосодержащих компонентов), гранулометрический состав (доля мелких и крупных фракций почв), увлажненность почв, содержание органического вещества и засоленность. Для косвенного дешифрирования используется основной принцип почвенной географии, сформулированный основателем почвоведения В.В. Докучаевым еще в 19 веке: почва – зеркало ландшафта, т.е. она тесно связана с рельефом, растительностью, климатом, зоогенной деятельностью, характер проявления которых имеет отражение на космических снимках.

В докладе приводится пример подхода к картографированию почв юго-востока Европейской России (север Прикаспийской низменности) и оценке его состояния на основе детальной космической съемки с разрешением около 2 м и наземных обследований.

Почвенный покров юго-востока Европейской России представляет собой неоднородную картину, испещренную мелкими пятнами незасоленных (темноцветных черноземовидных, лугово-каштановых) почв диаметром от 10 до 1000 м (Рис. 1). Между ними залегают солонцы и солонцеватые почвы, характеризующиеся различной степенью и глубиной засоления. Соли в профиле почв расположены не с самой поверхности, а промыты вглубь профиля на разную глубину. В более засоленных вариантах почв (солончаковые солонцы) токсичные соли залегают в среднем с глубины 15-20 см, а в малых количествах они отмечаются уже с глубины 5-10 см. В менее засоленных вариантах почв (светло-каштановых почвах) соли залегают с 50-100 см и глубже.

Оптимальным периодом спутниковой съемки этой территории является позднее лето или ранняя осень, так как в это время наблюдаются наибольшие контрасты в растительном покрове и дешифровочные признаки не осложняются различиями в увлажнении поверхности. Весной пышно разрастаются эфемеры, а осенью после осадков происходит вторая вегетация полукустарничков (полыни, солянок, прутняка) и разрастание эфемеров, что нивелирует различия между почвами на снимке.

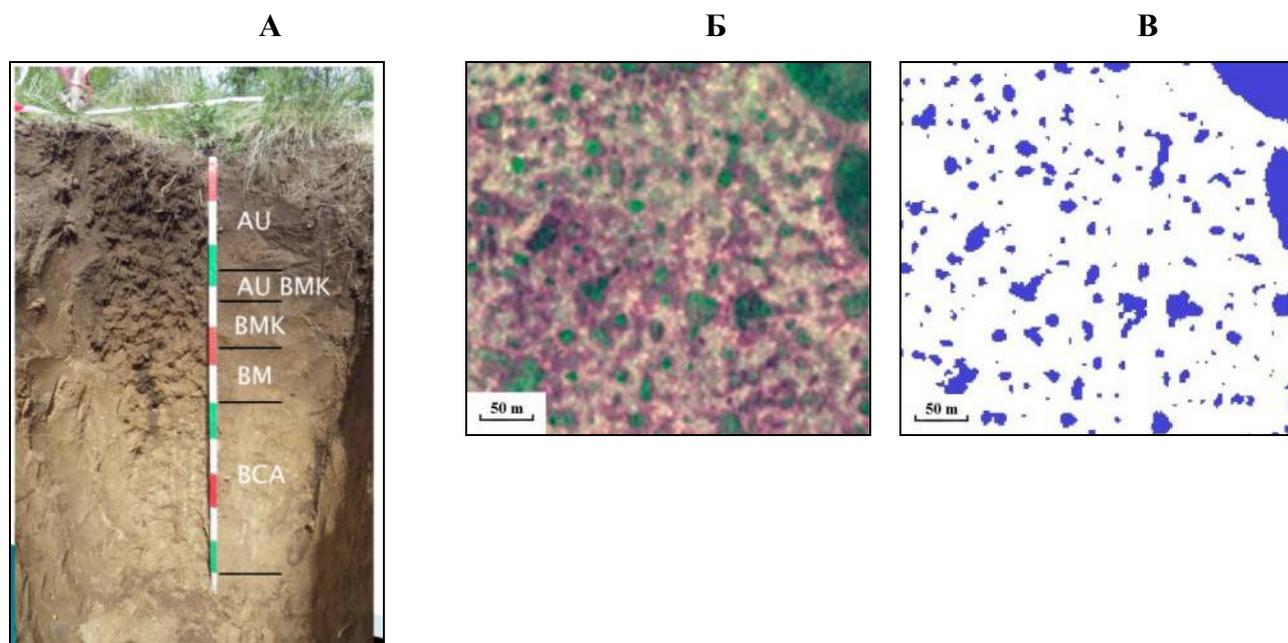


Рис. 1. Незасоленные и несолонцеватые лугово-каштановые почвы на фотографии (А), детальном космическом снимке Pleiades (Б) и на карте (В). Пос. Борси, Западный Казахстан. Обозначения горизонтов: AU – темногомусовый; ВМК – ксерометаморфический; ВМ – структурно-метаморфический; ВСА – аккумулятивно-карбонатный.

Наземные исследования проводились на четырех ключевых участках, расположенных в разных частях Северного Прикаспия около пос. Джаныбек, Борси, Ики-Манлан, Юста. Определение границ почвенных ареалов проводилось методом трансект (в общей сложности около 14 трансект длиной от 30 до 130 м, общая длина трансект составила более 1 км). Для обеспечения точной привязки к изображению на снимке концы трансект располагали в центре западин, хорошо видных на снимке. Засоленность почв оценивалась на основе данных по разрезам и скважинам глубиной до 1-2 м.

На основе сопоставления наземных и дистанционных данных было показано, что растительность на лугово-каштановых незасоленных почвах характеризуется повышенными по сравнению с фоном значениями вегетационного индекса (в оптимальный период съемки). Напомним, что вегетационный индекс (NDVI) рассчитывается на основании спектрального отражения в красной и инфракрасной зонах спектра $(nir-red)/(nir+red)$. Почвы со значениями NDVI выше порогового относятся к незасоленным лугово-каштановым почвам более чем в 90% случаев. Почвы с NDVI ниже порогового относятся к засоленным разностям (солонцам и солонцеватым почвам) более чем в 90% случаев. Таким образом, автоматически с очень высокой точностью разделяются незасоленные почвы и почвы, засоленные в разной

степени. Почвы, засоленные в разной степени - слабой, средней, сильной - по значениям NDVI не дифференцируются.

Автоматизированное выделение солонцов возможно в случае наличия мохового покрова (*Tortula desertorum*) на их поверхности, который определяет повышенное по сравнению с фоном поглощение инфракрасного излучения.

Для расчета фоновых значений NDVI и яркости в ближнем ИК канале использовался фильтр расчета среднего радиусом 15 пикселей, что соответствует размеру скользящего окна 31 пиксел (62 метра на местности при разрешении съемки 2 м). Выбор радиуса усреднения данных определяется характерными размерами элементарной почвенной структуры – то есть размера выявления всех элементов почвенного комплекса. Для солонцовых комплексов Северного Прикаспия характерен размер порядка 30-50 м, т.е. при имеющемся разрешении съемки (2 м) это соответствует 15-25 пикселям. Лучше задать размер, заведомо превышающий характерный размер, чтобы все компоненты однозначно попали в расчетное окно.

Разработанный подход к картографированию почв солонцовых комплексов на основе детальной спутниковой съемки состоит из следующих процедур:

- расчет вегетационного индекса
- расчет фоновых значений вегетационного индекса и яркости в ближнем ИК канале (фильтрация изображения с помощью фильтра расчета среднего в окне размером 15 пикселей)
- выделение пикселей со значениями вегетационного индекса выше фоновых значений не менее чем на 0.03 единицы, что соответствует лугово-каштановым почвам
- выделение пикселей со значениями яркости в ближнем ИК канале ниже фоновых значений не менее чем на 10 единиц яркости, что соответствует солонцам
- объединение полученных карт дешифрирования на одной карте, в результате чего была получена итоговая карта солонцовых комплексов.

Список литературы

1. Андроников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. 280 с.
2. Гавеман А.В., Ливеровский Ю.А. Аэрофотосъемка в почвенном картировании // Почвоведение. 1953. № 3. С. 1-9.
3. Григорьев А.А. Космическая индикация ландшафтов Земли. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. 165 с.
4. Исследование природной среды космическими средствами. М., 1975. Т. 4. 244 с.
5. Аэрокосмические исследования Земли. М.: Наука, 1979. 303 с.
6. Космическая съемка и тематическое картографирование. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
7. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. М., 2005. 190 с.
8. Симакова М.С., Савин И.Ю. Использование материалов аэро- и космической съемки в картографировании почв: пути развития, состояние, задачи // Почвоведение. 1998. № 11. С.1339-1347.

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА КАК РЕГУЛЯТОР ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СЕМЕНИЮК Ольга Вячеславовна

*Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

Ландшафтная архитектура – деятельность человека, направленная на формирование искусственной среды путем преобразования окружающего открытого пространства для жизни человеческого общества в целом и каждого из его членов в частности. В самой сути такого вида деятельности человека заложена ее тесная связь с окружающей средой и ее экологическими условиями. Основной задачей ландшафтной архитектуры является создание комфортной среды для нормальной жизнедеятельности человека, что невозможно без формирования благоприятных экологических условий не только для проживания населения, но и для функционирования природных компонентов формируемых объектов.

Искусственно сформированные открытые пространства являются объектами ландшафтной архитектуры и представляют собой антропогенные ландшафты различного масштаба. Размер открытых пространств может быть самым разнообразным от внутренних дворики зданий, улиц, бульваров до национальных парков и исторических ландшафтов. Как и любые другие антропогенные ландшафты, они функционируют и развиваются согласно фундаментальным законам биосферы и ноосферы.

Комплексный характер деятельности человека в рамках ландшафтной архитектуры определяет неразрывную связь между экологией и ландшафтной архитектурой. Прежде всего, это связано с тем, что в основе подходов и методов конструирования объектов ландшафтной архитектуры лежат экологические принципы. При организации объектов учитываются природные условия территорий и их декоративные характеристики. Создание проекта включает разработку пакета проектных предложений различной направленности, в том числе проводится оценка экологического состояния территорий и оценивается характер и возможные изменения ландшафта после реализации проекта. Ландшафтная архитектура – комплексная практическая деятельность человека, которая базируется на творческой основе, сочетающей архитектурные решения и системное естественнонаучное мировоззрение.

Термин «Ландшафтная архитектура» появился немногим более 100 лет назад в США в связи с организацией первых национальных парков [1]. Однако история ландшафтной архитектуры развивалась в рамках истории человеческой цивилизации, культуры и искусства, и появление ландшафтной архитектуры связано с началом функционально-эстетического преобразования окружающей среды еще в Древнем мире.

Основными базовыми принципами ландшафтной архитектуры при формировании среды являются функциональность и эстетичность. Однако с древних времен вопросы экологии в этой области антропогенной деятельности не оставались без внимания. При выборе места поселения древние греки отлавливали животных, обитающих в данной местности, и путем препарирования определяли наличие или отсутствие аномалий их внутренних органов. Таким способом производилась индикация качества экологических условий для проживания людей [2].

Во времена почитания языческих богов в Древней Руси вопросы экологического характера регулировались введением запретов на различные виды хозяйственной деятельности. В частности запрещался выпас скота по берегам рек с целью сохранения чистоты водного бассейна рек [3].

Для оптимизации условий проживания на территориях жаркого и сухого климата проектировались дополнительные водные компоненты, что приводило к изменению термического режима и улучшало микроклимат. Примером могут служить частные виллы и сады храмовых комплексов Древнего Египта.

Максимальный эффект улучшения микроклиматических условий можно было получить в небольших пространствах. В древней Греции и Риме проектировались дома с внутренними замкнутыми дворами (атриумами), где можно было укрыться в жару и насладиться прохладой, исходящей от небольшого водного источника.

Замкнутые затененные пространства можно формировать из зеленых растений, что снижает поступление прямого солнечного света и создает прохладу. Такой прием активно использовался в итальянских садах Эпохи Возрождения [3].

В русской ландшафтной архитектуре садово-парковые ансамбли под Петербургом являют собой примеры объектов, где виртуозно использованы приемы оптимизации экологических условий. Создание насыпей в виде валов и ветрозащитных полос из зеленых насаждений снижает воздействие холодных ветров Балтийского моря на парковые зоны [4].

В настоящее время наиболее актуальны вопросы экологического состояния таких объектов ландшафтной архитектуры как урбанизированные территории. Экологические проблемы городов – важнейший вопрос современной экологии, что определяет усиление роли ландшафтной архитектуры в решении экологических проблем.

Формирование городских антропогенных территорий приводит к созданию пространств, экологические характеристики которых значительно отличаются от естественных, что создает неблагоприятные условия для жизни человека. Урбанизация влияет на климатические условия, создавая «тепловые острова» и изменяя прозрачность атмосферы, температурный и ветровой режим, режим влажности и т.д. Значительную опасность представляют загрязняющие вещества и содержание пыли в атмосферном воздухе.

Ландшафтная архитектура – основной механизм регуляции экологического состояния открытых пространств городских агломераций. Регуляция экологического состояния городских систем базируется на таких подходах как компенсация (восполнение природных ресурсов), регуляция (оптимизация параметров среды), снижение и упреждение (сокращение вредного воздействия на окружающую среду) [5].

Решение вопросов экологии и природопользования осуществляется путем планирования и внедрения градостроительных решений по распределению и размещению производств, транспортных сетей, селитебных и парково-рекреационных территорий и т. д.. Генеральный план развития города является основным документом планирования градостроительного развития в целях создания благоприятной среды жизнедеятельности и устойчивого развития города, обеспечения экологической безопасности и сохранения природы и культурного наследия.

Важнейшим компонентом градостроительного регулирования является разработка системы озеленения городской среды, или так называемого зеленого каркаса города. Зеленый каркас города – это совокупность всех элементов системы городского озеленения.

Роль зеленых растений в регулировании экологических условий невозможно переоценить. Исследования показали высокую эффективность использования зеленых насаждений в благоустройстве городов как регуляторов микроклиматических условий. Зеленые растения снижают уровень химического и пылевого загрязнения среды, а также шумовых воздействий, положительно влияют на химический состав атмосферы, выделяют фитонциды, оказывая оздоровительный эффект, и во многом определяют эстетический облик города [6]. Зеленые насаждения формируют зеленый каркас города.

В условиях плотной городской застройки особую актуальность приобретает вертикальное озеленение. Использование озеленения поверхностей крыш зданий и сооружений в крупных городах обладает большим потенциалом в плане улучшений микроклиматических характеристик и оздоровления городской среды в целом.

В последние годы с целью противодействия дальнейшему разрушению природной среды активно развивается и реализуется на практике концепция «природного (экологического) каркаса» – природных территорий, непрерывно связанных друг с другом, основу которого составляет зеленый каркас города.

К экологическому каркасу города относятся: природные территории (лесные и лесопарковые массивы, естественные незастроенные долины рек и ручьев); озелененные территории (парки, сады, бульвары и скверы, памятники садово-паркового искусства и ландшафтной архитектуры, а также озелененные территории жилых зон (кварталов), объектов общественного, производственного и коммунального назначения). Любые незанятые искусственными покрытиями и строениями участки могут также считаться потенциально резервными территориями экологического каркаса, в том числе пустыри, охранные зоны различного назначения с ограниченным доступом и т.п.

Основными элементами «каркаса» являются «ядра» (крупные природные территории, экосистемы которых выполняют средообразующие, регулирующие, воспроизводящие и др. функции) и «коридоры» (природные или природно-антропогенные территории), связывающие ядра между собой. Такие «каркасы» позволяют обеспечивать взаимопроникновение видов, неразрывность биогеохимических связей, целостность живой системы на обширных территориях, освоенных человеком.

Основными функциями каркаса являются поддержание естественного режима природных процессов, определяющих существование ландшафтов, экосистем, биологических видов и популяций. Экологическим каркасам приписывается способность к выполнению широкого спектра таких функций как средообразующая и средозащитная, ресурсоохранная, репродуктивная, рекреационная, информативно-эталонная и т. д. [7].

Планирование и реализация программы развития экологического каркаса города как механизма оптимизации экологического состояния среды является одной из важнейших задач ландшафтной архитектуры.

В городах России зеленые насаждения представляет собой случайную совокупность небольших сохраняемых парковых, бульварных, рядовых и других зеленых насаждений, в малой степени ориентированных на формирование благоприятной экологической обстановки. Наиболее существенные недостатки такой системы, мешающие ей в полной мере выполнять функции природного каркаса, — ее неразвитость в центральных районах городов, большая автономность наиболее значительных ее элементов и оторванность от загородных открытых пространств, в том числе и от основных структур природного каркаса района. Поэтому развитие экологического каркаса города в условиях сложившейся застройки — чрезвычайно сложная задача, хотя минимальные возможности для этого существуют повсеместно (массовое озеленение транспортных магистралей, ликвидация чрезмерно разросшихся коммунально-складских зон, рекультивация промышленных бедлендов и др.).

Особенно актуальна идея «природного каркаса» для оптимального развития крупных городов. В рамках ландшафтной архитектуры при долгосрочном планировании территорий застройки и природного комплекса (парки, скверы, бульвары и пр.), организации города с пригородами особенно важно соблюдать принцип непрерывности природных территорий для обеспечения нормального функционирования природного комплекса.

В настоящее время возникает необходимость разработки целостной системы комплексного формирования городского ландшафта, а не только озеленения, поскольку эффективная работа с зелеными насаждениями невозможна без конструирования остальных «сопутствующих» компонентов городского ландшафта, таких как почвенный покров, водные объекты и т. д.

Целенаправленное воздействие на природный потенциал средствами ландшафтной архитектуры отвечает задачам поддержания динамического равновесия экологического состояния среды и становится одним из факторов устойчивого развития городов.

Список литературы

1. Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры. М.: Издательство Стройиздат, 2003, 232с
2. Семенов В.Н. Благоустройство городов., Москва, «Едиториал УССР», 2003, 184 с..
3. Сокольская О.Б. История садово-паркового искусства. М.: Инфра-М, 2004, 350с.
4. Вергунов А.П. , Горохов В.А. Вертоград. Садово – парковое искусство России., М., Изд-во «Культура», 1996, 430с..
5. В.А. Нефедов Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. - СПб.; 2002, 295 с.
6. Вергунов А.П. Зеленая природа города., Москва, Изд-во «Архитектура-С», 2005, 591с..
7. Мирзеханова З.Г. Экологический каркас территории: назначение, содержание, пути реализации // Проблемы региональной экологии. 2000. № 4, с. 42–55.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЧЕМПИОНАТ «СФЕРЫ»:
ОПИСАНИЕ, ИСТОРИЯ, УЧАСТИЕ РОССИЙСКИХ ШКОЛЬНИКОВ

САДОВСКИЙ Андрей Михайлович
к.ф.м.н., зав. НОЦ ИКИ РАН
Институт космических исследований РАН

БИРЮКОВА Наталия Сергеевна
инженер
ФГУП ЦНИИмаш

Образование и популяризация космических исследований

Международная космическая станция (МКС), находящаяся на орбите уже почти 20 лет, представляет собой уникальную лабораторию, в которой возможно проведение множества научных экспериментов, отработка новых конструкторских решений, разработка новой аппаратуры. В Долгосрочной Программе научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на МКС до 2024 года, существует раздел, посвященный образованию и популяризации космических исследований, в котором сказано, что «орбитальная станция предоставляет возможность не только наглядно и в простой форме объяснять подрастающему поколению, включая школьников и студентов различных учебных заведений, что мы делаем в космосе, в популярной форме представить достижения космонавтики и где реально эти достижения найдут своё применение, но и стать участниками проведения космических экспериментов».

Следует отметить, что популяризация науки играет очень важную роль, поскольку способствует привлечению внимания к той или иной области исследований, способствует притоку молодежи в вузы и впоследствии привлечению ее к научным задачам. В нашем случае в большей степени это относится к естественным наукам и способствует распространению знаний о физических законах и природных явлениях в современной, наглядной, интересной и доступной форме.

Основные эксперименты, проводимые в рамках этой деятельности на МКС, можно разделить по следующим тематикам: пропаганда и популяризация космических исследований; научно-образовательные и демонстрационные эксперименты; научно-технические образовательные эксперименты; участие в международных космических проектах. Проведение таких экспериментов дает дополнительную поддержку и развитие творческих способностей талантливой молодежи, способствует разработке и внедрению новых образовательных стандартов и программ в области использования результатов космической деятельности, а также применению современных технологий и инноваций в образовании.

Одним из ярких примеров экспериментов, реализуемых в настоящее время для школьников в области физики и математики, является совместный с НАСА эксперимент Сферы. Описанию эксперимента Сферы посвящена остальная часть статьи.

Эксперимент Сферы

Идея проведения экспериментов с мини-роботами в невесомости на борту Международной космической станции была сформулирована в 2009 году специалистами лаборатории космических систем Массачусетского технологического института (МТИ). Целью этих экспериментов была отработка действий по сбору космического мусора, поиску наиболее экономичных способов маневрирования. Инженеры из МТИ создали сферические аппараты размером с футбольный мяч, которые могли двигаться в невесомости под действием импульсов сжатого газа. Источником вдохновения для них послужил один из роботов эпопеи «Звездные войны» — сферический прибор, который рыцари-джедаи использовали для первоначального обучения.

В своем английском варианте названия — SPHERES — название спутников расшифровывается как **S**ynchronized **P**osition, **H**old, **E**ngage, **R**eorient **E**xperimental **S**atellites (рис. 1), т.е. экспериментальные спутники, способные синхронизировать положение, занимать, удерживать его и ориентироваться в пространстве. Сами спутники представляют собой почти сферические тела массой 4,3 кг, диаметром 220 мм и находятся на борту МКС. В качестве «топлива» для спутника используется сжатый углекислый газ. Энергопитание спутника — автономное, от двух пальчиковых батареек, продолжительность работы — 2 часа. Для контроля положения спутника в автономном полете используются маяки, расположенные на МКС.

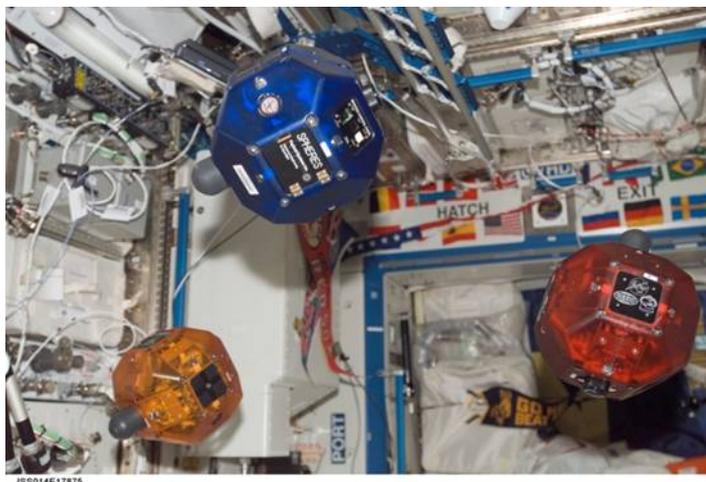


Рис. 1. Спутники SPHERES на борту МКС

В декабре 2009 года впервые были проведены соревнования с участием нескольких команд американских школьников, которые должны были сначала управлять виртуальными роботами, а затем — реальными мини-роботами SPHERES на борту МКС. В последующие годы к участию в турнире подключились европейские школьники, потом школьники России (с 2014 г.), Австралии, и в 2016 г. общее число команд-участников было около 180. Эксперимент и соответственно турнир получили название «SPHERES-Zero Robotics» (<http://zerorobotics.mit.edu/>), где Zero, т. е. ноль в названии расшифровывается как Zero-G — нулевая гравитация (финал проходит на борту МКС), Zero Cost — нулевая стоимость (участие бесплатно), Zero Configuration — все программируется онлайн (рис. 2).



Рис. 2. Эмблема турнира

В рамках программы эксперимента соседствуют два состязания: первое (и основное) — это турнир школьников старших классов (High School Tournament), который проходит каждый год с сентября по декабрь с финалом в январе и в котором участвуют 9–12 классы (соответствуют нашим 9–11); второе — это турнир для средних классов, т.е. 6–8 классов.

Турнир старших классов

В чем же все-таки состоит программа чемпионата Сферы для старших классов? На этот вопрос мы попытаемся ответить ниже.

Чемпионат организован следующим образом. Летом, обычно в августе, открывается регистрация для участия в чемпионате, а в начале сентября участникам предлагается задача для решения и начинается так называемый тестовый период. Регистрация идет практически весь сентябрь и заканчивается с окончанием тестового периода. Идея тестового периода — дать осознать школьникам сложность задачи и понять их желание работать над ней. В качестве тестовой задачи предлагается упрощенная задача в рамках двумерной геометрии, причем все, что нужно, это написать программу, дающую ненулевой результат, в виртуальной среде, с которой будет необходимо работать и в будущем (рис. 3). Причем, если внимательно прочитать описание задачи, то можно сразу же понять, что для получения ненулевого счета требуется написать программу, состоящую из всего 1–5 команд. В качестве языка программирования используется C/C++.

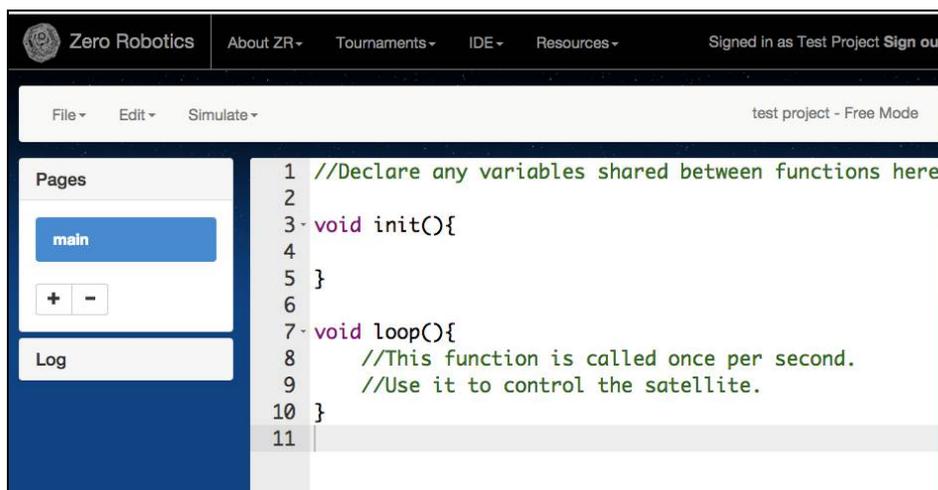


Рис. 3. Интегрированная среда разработки

В октябре начинается основная часть — моделирование трехмерной задачи. Окончательные версии программ «соревнуются» между собой в виртуальной среде (рис. 4) и по результатам «соревнований» участники получают определенное количество баллов. В таблице лидеров отбираются 84 команды с самым высоким рейтингом на момент окончания этапа, из которых формируют 28 альянсов из трех команд каждый. Альянсы будут работать совместно до окончания полуфиналов и, если не вылетят, финала. Команды, не попавшие в отбор, приглашаются к участию в виртуальных финалах (о них позже).

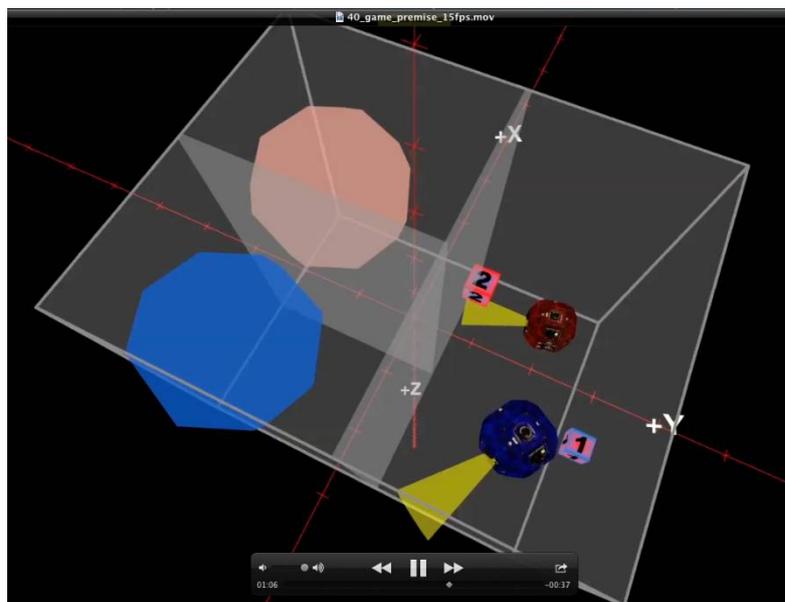


Рис. 4. Среда визуализации

Здесь следует отметить момент, который является ключевым в организации чемпионата. Дело в том, что команды в альянсе должны представлять разные страны (исключения возможны). То есть для наших школьников это еще и возможность дополнительной стажировки в английском языке и новые знакомства. Конечно, возникает и дополнительная проблема — разница во времени, особенно между США и Россией.

Первые 14 альянсов в соответствии с таблицей лидеров участвуют в финале на МКС. Альянсы с рейтингом ниже 14 приглашаются для участия в виртуальных финалах.

К участию в виртуальном финале приглашаются все команды, участвовавшие в трехмерном моделировании, которые не попали в полуфинал (в альянсы), и все команды, участвовавшие в полуфинале, но не попавшие в финал. Команды могут выбрать, как участвовать в виртуальных финалах: в качестве отдельной команды или в альянсах. После закрытия таблицы лидеров виртуальных финалов 2 команды/альянса с самым высоким рейтингом приглашаются к участию в виртуальном финале. Если позволит время, то виртуальный финал будет запущен на МКС во время финала.

На борту МКС эксперимент выполняется совместно российским и американским членами экипажа: основным оператором является астронавт НАСА, российский член экипажа оказывает помощь при выполнении работ.

Задачи для турнира очень разнообразны. Например, в 2014 году участники турнира должны были исследовать виртуальный астероид. Задача в этом туре была вдохновлена миссией «Rosetta», цель которой — исследование происхождения комет, связи кометного и межзвездного материала и получение исходных данных для выводов о происхождении Солнечной системы. Именно в 2014 году впервые к участникам турнира присоединились российские школьники — пять команд из пяти московских школ. В число финалистов прошла команда из московской гимназии №1567 под названием "White Hole".

В финале турнира 2014 ребята следили за выполнением поставленных задач по видеосвязи, а члены экипажа контролировали ход состязаний на станции.

Задача чемпионата 2015 г. состояла в добыче информации и сборе остатков от разрушившегося спутника НАСА, причем есть конкурент, получение снимков которого представляет едва ли не более важную задачу. В чемпионате 2015 г. участвовало 6 российских команд, из которых две прошли в финал.

Задача турнира 2016 г. была посвящена освоению Марса. В этом году в турнире приняли участие 9 команд. К сожалению, ни одна из них не вышла в финал — лидерам не хватило буквально сотых долей балла. Тем не менее, в день финала чемпионата для его участников была устроена экскурсия в Центр управления полетом (ЦУП) ФГУП ЦНИИмаш и просмотр прямой трансляции финала с борта МКС. Приглашенным гостем был летчик-космонавт и Герой России Олег Кононенко, который ранее участвовал в проведении подобных состязаний на МКС. (рис. 5)





в)



г)

Рис. 5. Финал конкурса: а) команда «White Hole» в европейском центре космической связи ESTEC; б) команда «White Hole 2» в бельгийском городе Буйон; в) команды-полуфиналисты на экскурсии в ЦУП ФГУП ЦНИИмаш; г) встреча участников чемпионата с летчиком-космонавтом Олегом Кононенко.

Турнир для средних классов

Каждое лето проводится турнир для средних классов (аналог наших 6–8). До последнего времени турнир проводился только в нескольких местах в США, но с прошлого года он открыт для российских участников. Турнир очень похож на турнир для старших классов, но есть несколько принципиальных отличий, о которых позже.

Так же, как и в турнире старшей школы, в программе для средних классов средней школы (далее — программа средней школы) участники создают, изменяют, делятся, сохраняют, запускают и отправляют программный код, чтобы решить текущую задачу (задача соревнований изменяется каждый год). После нескольких фаз турнира региональные финалисты соревнуются в состязании на борту МКС. Астронавты и космонавты используют код школьников для проведения финальных соревнований в условиях микрогравитации с прямой трансляцией.

Отличия же следующие. Начнем с того, что программа рассчитана на пять недель, примерно по 15 часов в неделю (время можно изменять), т. е. на смену в летнем лагере. Задача, конечно, ставится попроще, чем старшекласникам. Самое главное — роль учителя. Очевидно, что в этом возрасте осилить самостоятельно сложную задачу невозможно, поэтому в программу входит описание необходимой математики, знакомство с физическими явлениями и программирование как таковое. С учетом того, что это лето и хочется отдохнуть, все темы даются в игровой форме и разбавляются развлечениями, например, созданием ракеты из пластиковой бутылки, просмотром фильмов, созданием модели МКС из бумаги и др.

В 2016 году программа была опробована на учителях средней школы и возможных менторах, в этом году, надеемся, что в турнире будут участвовать и школьники.

Заключение

В заключение отметим, что космический эксперимент «Сферы» нацелен на привлечение учащихся к изучению актуальных вопросов функционирования и взаимодействия распределенных систем космических аппаратов (КА), разработке оригинальных способов и алгоритмов возможного использования автономных КА, а также повышению заинтересованности молодежи в исследовании космоса и, в частности, в разработке перспективных решений в области беспилотных автономных КА. Участие в данном проекте дает возможность российским школьникам старших классов выступить в роли наземных операторов, проводящих научно-исследовательскую работу в условиях космоса на борту МКС с использованием спутников SPHERES. В ходе работы по проекту команды школьников осваивают основы инженерного конструирования, знакомятся с технологией приема и передачи телеметрии, приобретают начальные профессиональные навыки программирования микроконтроллеров.

Возможность работы с реальной задачей, возможность управлять спутником, помимо повышения познавательной активности учащихся за счет увеличения наглядности и эмоциональной насыщенности, позволяет решить ряд важных учебных задач. Проект способствует воспитанию нового поколения

учёных и инженеров, помогает молодёжи приобретать инженерно-технический опыт и такие важные профессиональные навыки, как умение решать научно-технические задачи, работать в команде, делать презентации и другие навыки. Совмещение программирования спутников и работы с реальными задачами позволит лучше понять проблемы, стоящие перед космическими исследованиями. Работы учащихся могут представлять научный интерес в качестве нового концептуального видения применения и взаимодействия друг с другом и иными объектами автономных летательных аппаратов в космосе и в атмосфере Земли. По результатам эксперимента эффективные решения смогут найти применение в современной космонавтике.

Программа для средних классов преследует несколько целей. Во-первых, пробуждение интереса к космосу, технике, математике через игровую форму. Во-вторых, учебный план включает в себя лучшие практики обучения, есть и оценивание уровня знаний школьников (в частности, формальные оценки). В-третьих, для проведенных конкурсов наблюдается ясная взаимосвязь между обучением и выбором профессии детьми. Немаловажно, что программа обеспечивает множество путей для профессионального роста учителей.

Поскольку это неформальная программа, то она также должна доставлять удовольствие. В ней есть все: конструирование бумажных моделей, запуск ракеты, фильмы и обучение математике, физике и программированию.

Надеемся, что реализация данного эксперимента будет содействовать развитию и расширению международного сотрудничества на МКС в интересах дальнейшей интеграции России в систему мировых культурных, образовательных и научных связей.

Симпозиум 3.

Математика и информационные технологии

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА NOMOTEX ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ БУДУЩЕГО

ДИМИТРИЕНКО Юрий Иванович
профессор, д.ф.м.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана

ГУБАРЕВА Елена Александровна
доцент, к.ф.м.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Введение

В последние десятилетия наблюдается смена парадигмы инженерной деятельности, происходит переход от сложившейся многовековой технологии инженерной деятельности, как эвристического труда, основанного на обобщении предшествующего опыта, к новой технологии инженерной деятельности, в основе которой лежат: 3D компьютерное моделирование и проектирование, математическое моделирование, использование передовых знаний в области математики, физики, механики, глубокое использование информационных и интернет-технологий. Фактически, в передовых зарубежных странах, и в России происходит формирование новой концепции инженера будущего.

В то же время существует ряд принципиальных причин, препятствующих глубокому освоению современных фундаментальных знаний, прежде всего в области математики студентами российских технических университетов:

– недостаточная мотивация школьников, поступающих на обучение, которые в силу существующей технологии последовательного изучения математики и инженерных наук не могут на ранних стадиях обучения увидеть взаимосвязь фундаментальных математических понятий с областями их использования в инженерной практике;

– недостаточная взаимосвязь содержания математической подготовки инженеров с требованиями современных высокотехнологичных производств;

– нехватка квалифицированных преподавательских кадров в области современной математики, особенно связанной с компьютерными технологиями.

Для обеспечения перехода к новой инженерной парадигме должна быть создана принципиально новая технология преподавания математики для будущих инженеров, основанная на новых информационных технологиях обучения, а также новых методах передачи математических знаний.

В настоящей статье представлены некоторые результаты разработки новой специализированной Информационно-образовательной среды (ИОС) NOMOTEX, предназначенной для формирования образовательных программ обучения инженеров математическим знаниям, и непосредственной реализации новой технологии математической подготовки инженеров будущего.

ИОС NOMOTEX и новая технология математической подготовки инженеров разработаны в МГТУ им.Н.Э.Баумана в Научно-образовательном центре (НОЦ) "СИМПЛЕКС" в рамках выполнения проекта Минобрнауки РФ. Руководитель проекта - директор НОЦ "СИМПЛЕКС" профессор Ю.И. Димитриенко.

Основные принципы новой технологии математической подготовки инженеров

Новая математическая технология образования инженеров базируется на следующих основных принципах:

- применение новой иерархической нейросетевой структуризации математических знаний;
- визуализация математических объектов с помощью современных компьютерных технологий;
- интегрируемость сети математических знаний в сеть знаний в различных областях инженерных наук;
- возможность автоматизированной разработки вариативных образовательных программ обучения математике в зависимости от компетенций инженера;
- прикладная ориентированность математических знаний;
- использование гипертекстового тезауруса математических знаний;
- возможность проведения интерактивных самостоятельных работ, способствующих закреплению полученных навыков использования математических знаний;
- возможность использования технологии в режиме удаленного доступа, в рамках программ электронного самообучающего пособия, в рамках программ открытого образования.

Новая математическая технология образования инженеров реализуется путем разработки и внедрения в образовательный процесс технических университетов специализированного программного обеспечения - Информационно-образовательной среды NOMOTEX, которая предназначена для выполнения 2-х основных функций: 1) для проведения методических работ по формированию вариативных образовательных программ обучения инженеров математическим знаниям, 2) для непосредственной реализации математической подготовки инженеров.

Основные особенности и преимущества новой технологии:

- повышение качества усвоения математических знаний за счет применения метода визуализации математических объектов и понятий, метода интерактивного решения математических задач, использования игровых элементов обучения, применения компьютерной 3D анимации для демонстрации использования математических знаний в инженерных задачах;

- повышение возможностей вариативности математической подготовки для различных инженерных направлений подготовки, профилей подготовки вплоть до создания индивидуальных образовательных программ студентов;

- возможность быстрого автоматизированного формирования вариативных образовательных программ инженеров ;
- формирование навыков применения математических знаний при решении прикладных задач: исследования, моделирования, проектирования и конструирования инженерных систем;
- автоматизации формирования компетенций инженеров, основанных на нейросетевом представлении математических и инженерных знаний;
- сокращение временных затрат на обучение.

Нейросеть знаний

Понятие нейросетей широко используется в самых различных приложениях. В рамках данного проекта авторами впервые введено новое понятие *нейросети знаний: математических и инженерных*.

Нейросеть знаний состоит из совокупности вертикальных и горизонтальных связей, соединяющих узлы знаний. Вертикальные (иерархические) связи в различных областях науки и техники предложено разделить на 8 основных иерархических структурных уровней, которым соответствуют узлы нейросети:

1. Знания
2. Направления науки (введены 26 основных направлений, включая физико-математические направления науки -ФМНН)
3. Науки (ФМНН -включает в себя математику, физику и механику)
4. Разделы науки (математика разделена на фундаментальную и прикладную)
5. Дисциплины
6. Главы
7. Параграфы
8. Кванты знаний (элементарные единицы знаний, которые без потери смысла не могут быть разделены на составные части - это: аксиомы, определения, теоремы, следствия, пояснения).

Все кванты знаний связаны между собой горизонтальными связями.

Каждый квант подразделяется на составные части (субкванты), число которых различно в зависимости от типа кванта, так аксиомы и определения состоят из следующих субквантов: 1) микроструктура содержания аксиомы (определения) и ее локальная нейросеть ее связей, 2) замечания, 3) интерактивные математические примеры и задачи с визуализацией математических понятий, 4) технические примеры с 3D визуализацией математических понятий и их инженерных приложений, 5) дополнительная информация.

Для визуализации нейросети знаний в ИОС NOMOTEX создан специализированный программный инструмент, позволяющий изменять и добавлять узлы в нейросети, а также визуализировать нейросеть и отдельные ее части несколькими способами (рис.1-2), в том числе: с помощью глобального плоскостного представления нейросети и локального представления.

Для визуализации математических понятий и создания технических примеров применения математических знаний с использованием 3D визуализации применено специализированное программное обеспечение, созданное ранее в НОЦ "СИМПЛЕКС" [1,2], и адаптированное для Web технологий.

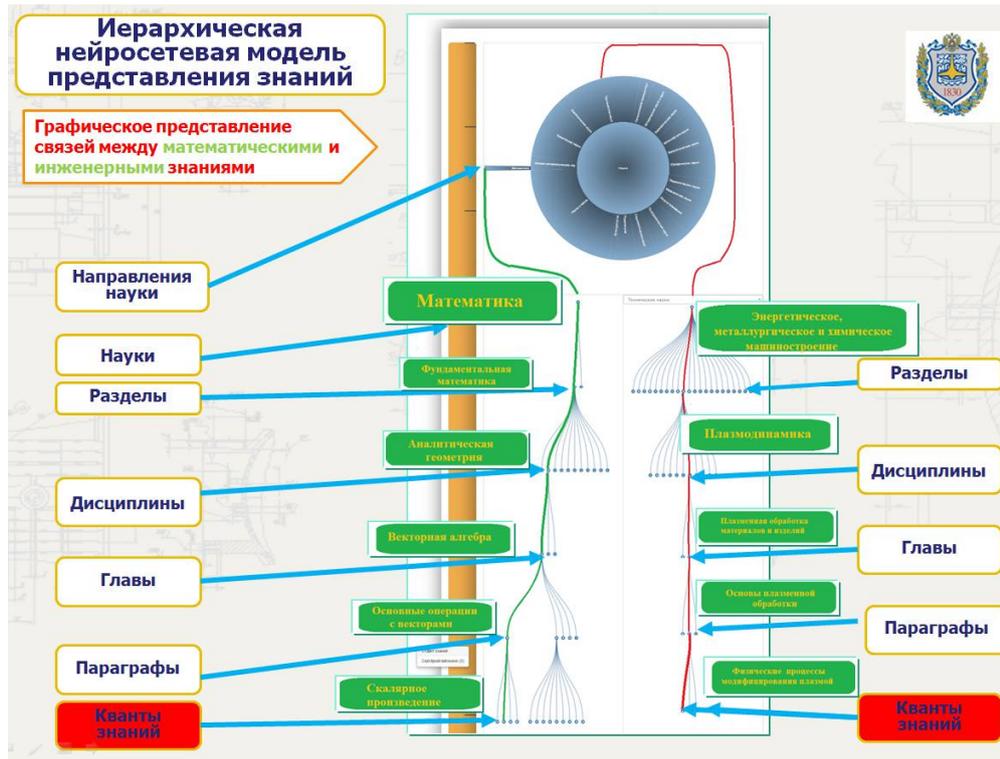


Рис. 1. Нейросетевая структура представления математических и инженерных знаний в ИОС NOMOTEX (глобальное плоскостное представление нейросети)

Рис. 2. Окно ПО NOMOTEX при работе с квантом знаний "Геометрический смысл смешанного произведения трех векторов" в рамках дисциплины "Аналитическая геометрия" (локальное представление нейросети).

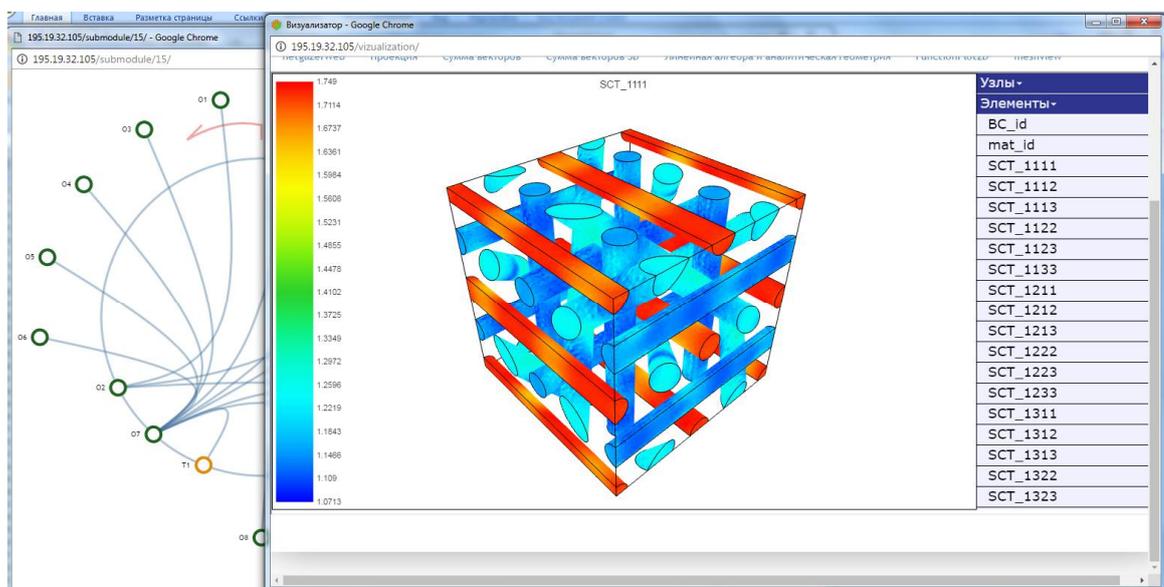


Рис. 2. Окно ПО NOMOTEX при работе с квантом знаний "Векторы" в рамках дисциплины "Аналитическая геометрия", субквант Технические примеры.

Особенности новой технологии обучения математике с помощью ИОС NOMOTEX

Новая технология обучения инженеров математике с помощью ИОС NOMOTEX может быть реализована, как с помощью ресурсов дистанционного открытого образования, так и в аудиторной форме с помощью интерактивных панелей и других аналогичных средств. Обязательным является возможность подключения к интернету, поскольку ИОС NOMOTEX создан на основе Web-технологий.

ИОС NOMOTEX позволяет проводить лекционные занятия и самостоятельные работы в интерактивном режиме.

Процесс обучения осуществляется по образовательным траекториям, для визуализации которых в ИОС NOMOTEX создано специальное оригинальное программное средство.

Для контроля освоения знаний в ИОС NOMOTEX методика и программные средства оценочных средств по разработанной рейтинговой шкале. Фонд оценочных средств (ФОС) формируется на основе нейро-сетевой модели представления знаний в области инженерных наук, ФОС является многоуровневым средством контроля усвоения знаний и осуществляется на уровнях "Квант", "Параграф", "Глава", "Дисциплина", ФОС однозначно привязан к образовательной траектории каждого направления подготовки инженеров, ФОС является инструментом для проверки уровня формирования компетенций инженеров.

Практическая реализация новой технологии обучения математике с помощью ИОС NOMOTEX

В 2017 году будет проводиться плановое тестирование разработанной новой технологии обучения математике с помощью ИОС NOMOTEX для ряда направлений подготовки инженеров МГТУ им.Н.Э.Баумана и ряда других технических университетов. Разработанная технология и ИОС NOMOTEX также может быть применена для реализации современного процесса обучения другим физико-математическим направлениям науки.

Заключение

Разработана специализированная информационно-образовательная среда NOMOTEX, предназначенная для формирования образовательных программ обучения инженеров математическим зна-

ниям, и непосредственной реализации новой технологии математической подготовки инженеров будущего, которая обеспечит возможность:

повышения качества подготовки конкурентоспособных инженерных кадров для наукоемких отраслей экономики России, способных решать задачи разработки и внедрения новейших образцов техники и технологий;

повышения уровня математических знаний, необходимых для развития творческих способностей инженеров будущего;

создания атмосферы позитивного отношения в обществе к достижениям математической науки, что в свою очередь создает благоприятные предпосылки для пополнения рядов инженеров талантливой молодежью.

Список литературы

1. *Димитриенко Ю.И., Сборщиков С.В.* Программа Microyes_NetGazer для трехмерной визуализации и анимации результатов решения задачи имитационного моделирования микроразрушения композиционных материалов при статических нагрузках, на основе конечно-элементного решения задач на ячейке периодичности / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Российская Федерация № 2015615102 ; заявл. 12.03.15; опубл. 07.05.15, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
2. *Ю.И. Димитриенко, С.В. Сборщиков, Е.А. Губарева* Программа TensorView для визуализации геометрического представления тензоров второго ранга и тензорных полей в трехмерных областях, а также операций с тензорами / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Российская Федерация.– №2017610001; заявл. 11.11.16; опубл. 09.01.17, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОЕВОЙ ГРУППИРОВКОЙ СВЕРХМАЛЫХ СПУТНИКОВ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

МАНЬКО Сергей Викторович

профессор, д.т.н.

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (МИРЭА)

СЛЕПЫНИНА Евгения Алексеевна

ассистент, аспирант

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (МИРЭА)

Освоение космического пространства является приоритетным научно-техническим направлением Российской Федерации. В правительственную программу «Космическая деятельность России на 2013-2020 годы» [1] входят решения, в том числе таких вопросов, как развитие и использование космической техники, технологий и услуг в интересах социально-экономической сферы и создание космических средств в интересах удовлетворения потребностей науки.

Основной тенденций в настоящем исследовательском секторе является создание малых космических аппаратов (МКА), а так же поиск методов управления группами последних. МКА представляют собой достаточно широкий спектр аппаратов (весом от 100 г до 1 тонны). Особый интерес представляют нано- и пикоспутники (100 г – 10 кг), отличающиеся простотой и относительно низкой стоимостью производства и запуска. Общая тенденция миниатюризации КА позволяет говорить о возможности использования многоспутниковых систем (МС), применение которых влечет за собой повышение качественных показателей работы и расширение сферы применения МКА в целом.

К числу задач применения МС относят различные исследовательские миссии, включая изучение глубокого космоса, околоземного пространства, исследование космических тел (определение интенсивности и характера излучения) или земной поверхности (задача дистанционного зондирования Зем-

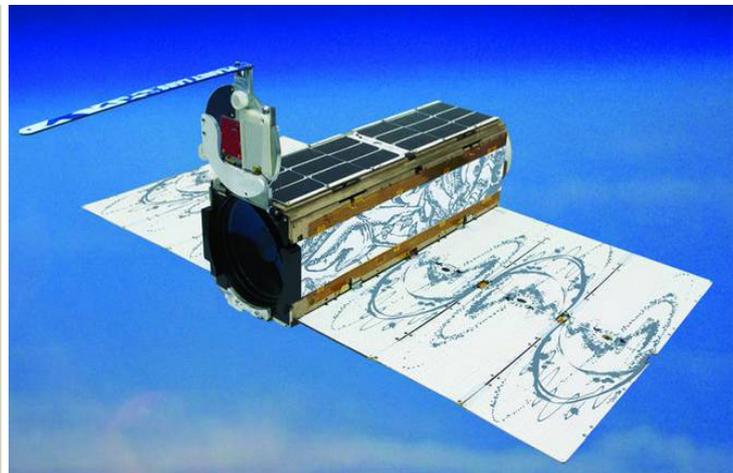
ли). Примерами разработок могут служить действующие орбитальные группировки (группировка RapidEye (рис.1) , MDA (Канада) [2]; международная группировка DMC (рис.2 а) [3]; проект Flock 1 (рис. 2 б), Planet Labs inc (США))[4], используемые в задачах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в коммерческих целях или для мониторинга последствий катастроф и стихийных бедствий, и научно-исследовательские проекты по их созданию (SSTP, NASA (США)).



Рис.1 Группировка RapidEye



а)



б)

Рис. 2 Образцы малых космических аппаратов группировок DMC (а) и группировка Flock (б)

Описанные проекты представляют собой кластеры разобценных в пространстве, слабо скоординированных КА, что уменьшает гибкость, масштабируемость системы и общую эффективность ее работы. В тоже время, альтернативным решением настоящей задачи может служить эксплуатация децентрализованной системы близкорасположенных сверхмалых КА (в том числе формата CubeSat [5]), объединенных общей миссией, имеющих способность к коллективному решению стратегических задач и потенциал автономного решения тактических задач управления. Применение описанного подхода позволит:

- качественно улучшить результаты исследования поверхности Земли (параллельная съемка, коллективный сбор и обработка полученных изображений еще до передачи наземным станциям);
- создать прецедент одновременного сбора информации о характере и интенсивности внешних возмущений и на основании полученных данных произвести анализ их корреляций в целях изучения околоземного пространства;
- произвести коллективное картографирование орбитального пространства и оценку антропогенного следа.

Современный уровень развития космической техники позволяет делать априорные выводы об общей реализуемости создания роевых децентрализованных группировок близкорасположенных КА. При этом создание полноценной эффективной группировки требует от разработчика решения следующих проблем:

- обеспечение связи между агентами системы;
- разработка навигационной системы, позволяющей определение точного взаимного расположения КА;
- разработка сенсорного оснащения КА;
- разработка методов и алгоритмов группового управления МС.

Последняя проблема регламентирует необходимость создания методологической базы управления группировками малых космических аппаратов (МКА) в условиях недетерминированной околоземной среды со множеством внешних воздействий. Подобные задачи широко рассматриваются выделенным в середине 90-х годов направлением робототехники и искусственного интеллекта - Многоагентными Робототехническими Системами (МАРС).

В общем случае агент – это некоторый объект, программа или робот, испытывающий воздействие со стороны внешней среды и/или воздействующий на нее.

Каждая единица МАРС, обладает следующими, обязательными в рамках теории агентов, свойствами [6]:

- Реактивность (reactivity) – адаптивная способность. Любое изменение окружающей среды побуждает агента к немедленной выработке образа действия, которая сохранит за последним возможность выполнения целевой задачи;
- Инициативность (pro-activeness) – это способность к самостоятельной модификации поведения для более эффективного достижения поставленной цели;
- Общительность (social ability) – это способность к коммуникации с другими агентами.

Интерес к разработке и применению МАРС неуклонно растет, что определено широкой применимостью последних (исследовательские, спасательные, ремонтные работы; монтаж, демонтаж конструкций; задачи бытовой робототехники, глубоководные и космические миссии). В настоящее время исследование методов и алгоритмов группового управления производится во многих лабораториях мира (рис. 3 а, б, в).



а)



Рис. 3 Примеры МАРС: группа БПЛА, США (а); I-Swarm, Германия (б); Scout, США (в)

Современный уровень развития робототехники определяет наличие широких перспектив интеграции методов и подходов настоящей сферы в иные виды научных дисциплин. К последним, в том числе, относится область космической техники и технологий, обеспечивающая решение задач освоения околоземного пространства и глубокого космоса и имеющая потенциал взаимного методологического обмена с робототехникой. В первую очередь речь идет о возможности использования стратегий группового управления роботами в задачах управления многоспутниковыми системами сверхмалых космических аппаратов. Перспективы интеграции определяются общностью основных требований к агентам робототехнических и многоспутниковых систем, их функциональных характеристик и прикладных задач управления.

В таком случае, описанные ранее задачи ДДЗ или исследования объектов глубокого космоса сводятся к задаче устойчивого пространственного формирования КА и удержания строя с последующим единовременным сбором и анализом информации. Такая задача решена для многоагентных робототехнических систем интеллектуальных мобильных роботов [7].

Потенциал применения методов группового управления космических многоагентных робототехнических систем не ограничивается приведенной прикладной задачей. Методы устойчивого пространственного формирования могут быть впоследствии применены в иных задачах, таких как многомодульные реконфигурируемые манипуляторы (рис.4 а) или мобильные роботы (рис. 4 б). В настоящее время имеет место разработка подходов и моделей управления МС на этапе теории и компьютерного моделирования. Однако интерес к данной теме неуклонно растет, о чем свидетельствуют многочисленные публикации отечественных и зарубежных ученых, посвященные поиску оптимального метода управления многоспутниковых систем.

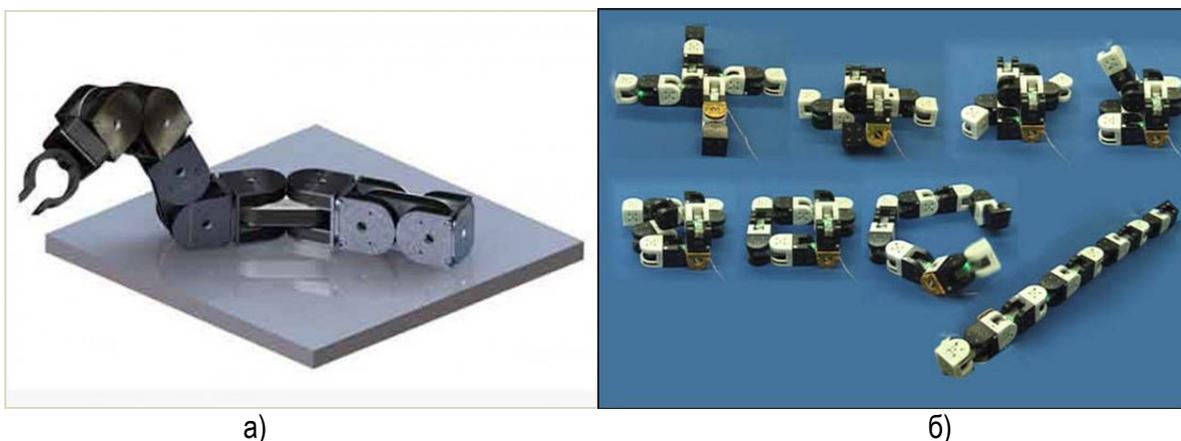


Рис. 4 Реконфигурируемые системы: манипулятор (а), мобильные роботы (б)

Список литературы

1. *Космические программы.*-[Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.federal-space.ru/115/>, свободный.- Загл. с экрана.
2. Спутники RapidEye.-[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.rapideye-satellite.ru/satellites.html>, свободный.- Загл. с экрана.
3. DMC International Imaging.-[Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.dmcii.com/>, свободный.- Загл. с экрана.
4. Flock 1.-[Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://www.planet.com/flock1/>, свободный.- Загл. с экрана.
5. CubeSat.-[Электронный ресурс].-Режим доступа: www.cubesat.org/, свободный.- Загл. с экрана.
6. Gerhard Weiss, Multiagent Systems A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence. - The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1999. – 619 с.
7. Слепынина Е. А. Методы и алгоритмы управления многоагентными робототехническими системами с децентрализованной архитектурой// Сборник тезисов участников форума «НАУКА БУДУЩЕГО –НАУКА МОЛОДЫХ», Том 1. М.: «Инконсалт К», 2015. – сс. 416 — 418

О СОБЫТИЯХ ВЕРОЯТНЫХ, МАЛОВЕРОЯТНЫХ И НЕВЕРОЯТНЫХ

ПУЛЬКИН Игорь Сергеевич

к. ф.-м.н., доцент

Московский Технологический Университет (МИРЭА)

ЧЕКАЛКИН Николай Степанович

к.ф.-м.н., профессор

Московский Технологический Университет (МИРЭА)

1. Введение

Мы планируем и прогнозируем свою жизнь на основе представлений о вероятностях, часто — интуитивных. Например, услышав утром по радио, или прочитав в интернете «город стоит в пробках», мы, возможно, выберем другой маршрут, например, поедem на метро или даже совсем откажемся от поездки. А прочитав «дороги свободны» — выберем наиболее удобный маршрут.

Или, например, выбирая будущую профессию и в какой ВУЗ поступить, руководствуемся такими, например, оценками: «выпускник технического ВУЗа точно без работы не останется, в отличие, скажем, от актеров или экономистов».

Проще говоря, мы считаем, что маловероятные события не произойдут. Это правильный и практичный подход, но опыт показывает, что в повседневной жизни мы далеко не всегда можем отличить маловероятное событие от вполне вероятного. Наша интуиция часто не срабатывает, и мы говорим «Надо же!» про вполне вероятные события и не обращаем внимания на настоящие почти невероятные чудеса.

К счастью, интуиции может помочь наука — теория вероятностей. Эта наука на сегодняшний день очень востребована и продолжает активно развиваться. Эта наука, кроме того, изобилует неожиданными результатами и даже парадоксами.

О некоторых из них и пойдет речь в этой статье.

А еще на теории вероятностей основывается математическая статистика — наука, имеющая дело с реальными данными и реальными ситуациями. Обычно считают, что теория вероятностей и математическая статистика — разные науки, но взаимное их влияние и взаимопроникновение так велико,

что обычно их изучают в высшей школе как один предмет. Так он и называется в программах курсов: «Теория вероятностей и математическая статистика».

Более того, и на школьном уровне эти науки изучаются вместе. Школьный учебник [1] называется «Теория вероятностей и статистика» — это показывает, что статистика бывает не только математическая.

Теория вероятностей началась в XVII веке с азартных игр. И до сих пор многие примеры и задачи связаны с азартными играми. При этом такие задачи часто помогают понять не только, каковы шансы в играх, но и разобраться с конкретными жизненными ситуациями.

2. Как считать вероятности

Сейчас в большинстве московских школ проходят основы теории вероятностей. Основной школьный учебник [1] рекомендует начинать с 7 класса, но иногда начинают с 8-го. Во всяком случае основы школьники обычно уже знают. Тем не менее мы приведем несколько формул, которые будут использоваться в этой статье.

2.1. Распределение Бернулли

Пусть проводится n испытаний, в каждом из которых может произойти или успех, или неудача. Вероятность успеха в каждом из испытаний равна p , а вероятность неудачи равна $q = 1 - p$. Эти вероятности одинаковы, не меняются от испытания к испытанию и не зависят от итогов других испытаний. Сколько будет успехов?

В разных сериях из n испытаний будет, скорее всего, разное количество успехов, поэтому ответ — не число, а случайная величина. Вероятность того, что будет ровно k успехов, равна

$$p_n(k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k (1-p)^{n-k}$$

где $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$.

Такое распределение вероятностей случайной величины носит название распределения Бернулли, или биномиального распределения.

Для расчетов по этой формуле удобнее всего воспользоваться компьютером, а именно — электронными таблицами. Под Windows это обычно Microsoft Excel, а под Linux и Unix чаще всего используется Libre Office Calc. Можно вести расчеты и на планшете. На планшетах Apple обычно установлен Microsoft Office, а на планшетах под управлением Android можно найти аналог Libre Office, например, King Soft Office.

Для распределения Бернулли в Libre Office Calc надо воспользоваться стандартной функцией $B()$. Синтаксис ее вызова таков: $B(\text{число испытаний}; \text{вероятность успеха}; \text{от}; \text{до})$. Например, чтобы узнать, какова вероятность, что в четырех испытаниях, если вероятность успеха в каждом 0,5, будет ровно 2 успеха, надо набрать $B(4; 0,5; 2; 2)$, а чтобы найти вероятность от одного до трех успехов — надо набрать $B(4; 0,5; 1; 3)$. В первом случае должно получиться 0,375, а во втором — 0,875.

В Microsoft Excel 2010 используется функция БИНОМ.РАСП(). Синтаксис ее вызова таков: БИНОМ.РАСП(число успехов; число испытаний; вероятность успеха; интегральный). Три первых параметра пояснений не требуют. Параметр "интегральный" — это логический параметр, он может принимать значения 0 и 1. Значение 0 указывает на то, что надо считать вероятность только для заданного числа успехов, а значение 1 — что нужна суммарная вероятность всех возможных значений числа успехов от нуля до указанного. Например, БИНОМ.РАСП(2; 4; 0,5; 0) равно 0,375 — вероятность ровно двух успехов в четырех испытаниях, а БИНОМ.РАСП(3; 4; 0,5; 1) равно 0,9375 — вероятности того, что успехов будет 0, 1, 2 или 3. Чтобы найти вероятность того, что будет 1, 2 или 3 успеха, надо набрать БИНОМ.РАСП(3; 4; 0,5; 1) — БИНОМ.РАСП(0; 4; 0,5; 1).

К сожалению, формулы в Excel меняются от версии к версии, и если читатель пользуется не той версией, что авторы, то, возможно, придется разбираться самому. Для этого в программе есть встроенная подсказка F1.

2.2. Формула вероятности хотя бы одного события

Пусть опять-таки проводится n испытаний с вероятностью успеха p в каждом. Какова вероятность того, что хотя бы один успех произойдет?

Возьмем, например, игральную кость — кубик, на гранях которого от одной до шести точек. Это еще одно «наглядное пособие», с азартных игр с такой костью и началась когда-то теория вероятностей.

При одном подбрасывании кости у нас выпало, допустим, 4 очка. А что надо сделать, чтобы выпало 6? Наверное, надо подбросить кость еще несколько раз.

При одном бросании вероятность выпадения 6 очков равна $1/6$. А какова эта вероятность, например, при двух бросаниях?

Часто на этот вопрос дают неверный ответ: $2/6$. Если так рассуждать, то при восьми бросаниях шестерка выпадет с вероятностью, большей единицы. Так не бывает: вероятность больше единицы быть не может.

Правильный ответ можно получить в результате таких рассуждений:

- 1) вероятность того, что событие не произойдет в одном испытании, равна $(1 - p)$;
- 2) вероятность того, что событие не произойдет ни разу в n испытаниях, равна $(1 - p)^n$;
- 3) вероятность того, что событие произойдет хотя бы раз, равна $1 - (1 - p)^n$.

Например, вероятность того, что шестерка выпадет хотя бы раз в двух бросаниях, равна $11/36$.

3. Какие события — вероятные, а какие — невероятные

Теперь, когда мы вспомнили некоторые приемы подсчета вероятностей, попробуем разобраться, как можно это использовать при составлении планов и прогнозов.

Какими вероятностями следует пренебрегать при планировании своих действий? Универсального ответа здесь дать нельзя. Все зависит от того, к чему приведет ошибочный прогноз. Если вероятность, скажем, землетрясения или катастрофического наводнения равна $0,001$, то при проектировании строительства такой вероятностью, конечно, пренебрегать нельзя. Но если речь идет о бытовых случаях, никакими катастрофами не грозящих, то маловероятными событиями уместно считать те, вероятность которых $0,01$ или даже $0,05$.

Например, ранним солнечным июньским утром вы выходите из дома. Брать ли с собой зонтик? Вероятность внезапного дождя в июне невелика. И даже если вы попадете под дождь, скорее всего, ничего страшного не произойдет: дождик вымочит — солнышко высушит, ведь на дворе июнь!

Вот другой пример. При проверке качества продукции на контроль поступает не вся партия, а несколько случайно выбранных экземпляров. Может оказаться, что это были неудачные экземпляры, и вся партия будет забракована. К чему это приведет? Ни к чему страшному: партия будет подвергнута более тщательному исследованию, и тогда станет понятно, надо ли что-то менять на производстве, или качество в целом нормальное, просто произошло маловероятное событие.

Какими вероятностями следует пренебрегать, обычно прямо написано в нормативных документах: методиках обработки данных измерений и экспериментов, ГОСТах, технических регламентах и других. Считается, что маловероятные события происходить не должны. Если все-таки такое событие произошло, то это либо результат ошибки, либо повод для более серьезного разбора.

Эту вероятность, ниже которой события считаются маловероятными, принято называть уровнем значимости.

Аналогичная терминология используется во многих случаях, связанных со статистическими испытаниями. Например, если новое лекарство эффективнее старого на 2% , то говорят, что разница не значима. Если у нового лекарства нет каких-то других достоинств, то продвигать его не имеет смысла: полезный эффект ниже статистической погрешности (тонет в ошибках наблюдений).

Надо, однако, иметь в виду, что маловероятные события все-таки иногда происходят. Например, событие, вероятность которого 0,05, происходит в среднем 1 раз за 20 испытаний. Как показывает формула вероятности хотя бы одного события, чтобы вероятность хоть одного появления стала больше 0,5, надо провести 14 испытаний, а чтобы больше 0,95 — 57 испытаний. Так что такой возможностью, что просто произошла ошибка, пренебрегать нельзя.

4. Примеры.

Сейчас рассмотрим несколько примеров, когда интуитивное представление о вероятностях может приводить к ошибкам в планах и прогнозах.

Первый пример. Этот пример — про игры, но результаты мы потом применим и к вполне жизненным ситуациям.

Рассмотрим такую задачу. Двое играют в игру с вероятностью успеха каждого $p = 0,5$. Ничьих не бывает. Пример такой игры — подбрасывание монеты. Проводится матч из 10 партий. Какой будет счет?

Если вы считаете, что, скорее всего, будет ничья, то это не так. Ничьей, скорее всего, не будет. Вероятность ничьей в таком матче чуть меньше 0,25, то есть вероятность победы каждого из участников больше, чем вероятность ничьей.

Если вы думаете, что ничья, хоть и не очень вероятна, но все-таки самый вероятный счет, то это опять-таки не так. Самый вероятный счет — это счет 6:4 в пользу одного из участников. Вероятность такого исхода составляет примерно 41%.

Если вы уже знакомы с распределением Бернулли, то, наверное, знаете, что счет 5:5 — самый вероятный. Нет ли тут противоречия? Нет. Счет 5:5 более вероятен, чем 6:4 и чем 4:6, но менее вероятен, чем оба эти счета вместе взятые, то есть чем счет 6:4 в пользу одного из участников.

Прежде чем двигаться дальше, разберемся с одним парадоксом, который заставит нас несколько изменить свою точку зрения.

Давайте посчитаем вероятность, например, такой последовательности выигрышей и проигрышей: ВППВВППВВВ. Эта вероятность равна 2^{-10} , то есть меньше 0,001. То есть это очень маловероятное событие.

Но ведь точно такая же вероятность будет у любой последовательности исходов! И какой-то исход произойдет обязательно! Поэтому мы должны по-другому подходить к оценкам вероятностей.

Вероятность каждого отдельно взятого исхода мала. А вот вероятности итогов, например ничьих в подобных матчах, не малы. Поэтому надо сравнивать итоги.

Сформулируем такое правило: значение показателя считается маловероятным, если вероятность получить такое или большее отклонение его от среднего достаточно мала. Именно такой подход принят в математической статистике: если мы измерили какой-то показатель, он совсем не похож на ожидаемое значение, то надо рассчитать вероятность такого или большего отклонения. Если эта вероятность больше уровня значимости — ничего страшного, такое вполне возможно. А вот если вероятность меньше уровня значимости — надо тщательно проверять, а то и пересматривать исходные предположения: о том что прогноз погоды адекватен, о том, что партия продукции качественная, и так далее.

В математической статистике такая процедура носит название проверки статистических гипотез. Если произошло маловероятное событие, с вероятностью меньше уровня значимости, то гипотеза должна быть пересмотрена или даже отвергнута.

Надо помнить, что маловероятные события все-таки происходят, и мы можем ошибочно отвергнуть гипотезу, хотя на самом деле она верна. Вероятность такой ошибки в точности равна уровню значимости. Про это надо помнить при «разборе полетов». Может быть, надо проводить повторные проверки, и так далее. А вот если вероятность произошедшего события не очень мала — выше уровня значимости — оснований отвергнуть гипотезу нет. Об этом мы будем помнить в дальнейшем нашем изложении, при этом будем подразумевать, что уровень значимости равен 0,05. Иными словами, если вероятность события больше 5%, нет никаких поводов усомниться в наших исходных предположениях.

Продолжим изучение нашей модельной задачи. Назовем разгромом счет 8:2 и больше в пользу одного из участников. Какова вероятность разгрома? Интуитивные соображения говорят, что эта вероятность должна быть маленькой: матч довольно длинный, силы равны. На самом деле эта вероятность не очень-то и мала: она равна примерно 11%.

Представим теперь, что у нас состоялся не один матч из десяти партий, а десять таких матчей. Что более вероятно: что ни разу не было ни одного разгрома, или что разгром хотя бы раз все-таки был? Интуиция, скорее всего, опять ошибется: вероятность того, что ни одного разгрома не будет, примерно равна 0,31 — меньше одной трети.

Много было сказано про выступление нашей сборной на последнем чемпионате Европы по футболу. Напомним, результаты — ничья, поражение и разгром — совсем не порадовали сердца российских болельщиков. Однако надо ли принимать серьезные меры, как предлагалось в прессе? Например, сборную — распустить, игроков — дисквалифицировать, и так далее.

Давайте подойдем к этому вопросу с позиций математической статистики. Можно ли считать, что силы всех команд, с которыми играла наша сборная, примерно равны ее силе, а все неудачи — результат игры случая?

Рассмотрим эту задачу на примере того же модельного матча из 10 партий. Какова вероятность в трех таких матчах получить один результат не хуже ничьей, один результат — поражение, и один разгром? Подсчет показывает, что такая вероятность примерно равна 8%. Таким образом, высказанная нами гипотеза имеет полное право на существование.

Авторам совсем не хотелось бы оспаривать оценки и рекомендации футбольных специалистов, но футбол — это игра, и случайности здесь играют очень большую роль. Как говорится, «мяч круглый», и футбольный матч совсем не похож на доказательство математических теорем. Это авторы математики знают точно.

Еще пример. Как-то раз жена одного из авторов ждала автобус на остановке. Там останавливаются два маршрута: «тот» и «не тот». Пришли подряд четыре «не тех» автобуса. Разумеется, это вызвало возмущение и даже желание написать «куда следует». Тем не менее это событие совсем не маловероятное: его вероятность равна $1/16$ — почти 7%.

Через несколько дней автор сам оказался на той же остановке. Первым пришел «тот» автобус. Пока автор в него садился, пришел еще один — тоже «тот». Так что не следует искать злой умысел там, где все можно объяснить с помощью законов случая.

А вот пример противоположного свойства. Путь опыт опять-таки состоит из угадывания какого-то события, которое может произойти или не произойти с вероятностью 0,5. Например, как выпадет монета, какого цвета карта в конверте, и тому подобное. Проводится серия из 100 таких угадываний. Сколько будет успешных угадываний?

Опыты такого рода часто проводятся для исследования феноменов типа «экстрасенсорного восприятия», «телепатии», «телекинеза», и тому подобных явлений.

Какое же число угадываний можно считать слишком большим или слишком маленьким? Оказывается, уже 61 угадывание из 100 может служить основанием для того, чтобы усомниться в гипотезе «все происходит случайно, вероятность угадывания равна 0,5». По приведенной выше формуле вероятность угадать от 40 до 60 раз равна 96,5%.

В литературе, однако, можно найти рассказы о сериях экспериментов, в которых процент угадывания был выше, например, 65%. По мнению авторов таких сообщений, это служит доказательством существования «паранормальных явлений».

По мнению авторов данной статьи, настоящим доказательством было бы угадывание в 100 случаях из 100. При ближайшем знакомстве с тонкостями экспериментов обычно оказывается, что имел место некоторый подгон результатов, часто не злонамеренный и даже не сознательный. Например, экспериментатор выдвигает такое объяснение тому, что подопытный угадал мало: «сегодня он за что-то на меня обиделся и поэтому угадывает плохо. Поэтому сегодняшние опыты в общий итог не войдут — тут надо разбираться». Убедительный пример, как это делается, приведен в статье [2].

На этих примерах, немного упрощенно, авторы попытались рассказать о том, как проверяют гипотезы, какие приемы и методы при этом используют.

Список литературы

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Высоцкий И.Р., Яценко И.В. Теория вероятностей и статистика. М.: МЦНМО: АО «Московские учебники», 2004. 256 с.
2. Ленгмюр И. Наука о явлениях, которых на самом деле нет // Наука и жизнь, № 2, 1969. С. 38-43.

Симпозиум 4.

Социально-гуманитарные науки в современном обществе

ЧЕЛОВЕК КОСМИЧЕСКИЙ: СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПЕРЕЛЕТОВ

УМАНСКАЯ Жанна Владимировна

*кандидат педагогических наук, доцент Кафедры истории и теории культуры ОСКИ
ФГБОУ ВО РГГУ*

Мечты о новых территориях сопутствовали человеку на протяжении всей его истории. Наши древние предки вышли из саванн Африки в поисках новых земель и в итоге заселили все континенты. Несколько позже зарождающаяся европейская цивилизация обнаружила, что ойкумена – это не только Европа, Азия и Африка. Сначала драккары викингов, а впоследствии каравеллы Колумба раздвинули границы изведанного. В течение нескольких веков на горизонте и на картах появились Америка, Австралия и Антарктида. Вслед за первооткрывателями мощные миграционные потоки соединили между собой открытые, но уже заселенные ранее иными людьми и иными культурами континенты. Развитие транспорта и рост технологических возможностей стремительно сокращали время и пространство. Мир, когда-то разделенный на локальные, не пересекающиеся в своем культурном развитии регионы, постепенно становился общим, единым, маленьким и тесным. И человечество снова задумалось о новых территориях.

В этом году 4 октября исполнится 60 лет полета первого искусственного спутника Земли, открывшего космическую эру. За время жизни одного поколения пройден путь от возможности отправить на орбиту алюминиевое тело со скромным набором параметров (чуть больше полуметра в диаметре, с массой 83,6 кг и высотой орбиты в 228-947 км) до разработки и запуска многотонных орбитальных станций, астрономических обсерваторий, многообразных космических кораблей и миссий, уже покинувших пределы Солнечной системы. Активные поиски мест, пригодных для существования живых организмов, увеличивают количество известных экзо-планет в режиме «нон-стоп». На повестке дня колонизация Луны и Марса.

За всем этим стоит труд огромного числа самых разных человеческих коллективов из различных стран и существенные частные и государственные финансовые вложения. Зачем нам все это, каждому по отдельности и человечеству в целом? Как меняют сущность человека и наши отношения вся эта деятельность, устремленная за пределы Земли? Объединяет или сегрегирует, развивает или мешает развитию, позволяет решить земные проблемы или наоборот отвлекает от этих проблем? Что объединяет первооткрывателей Земли с первооткрывателями космических просторов? Что роднит тех, кто в разные времена решил или решит остаться дома? Какие новые грани человеческой сущности проявляются в решении проблем межпланетных перелетов? Какие новые смыслы, значения, ценности и отношения входят вместе с этим в нашу повседневную жизнь? Какие формируются новые культурные образцы и идеалы? Возникнет ли столкновения двух субкультур, конфликт интересов тех, кто улетает, и тех, кто остается на Земле?

В качестве аргументов освоения внеземного пространства обычно выдвигают три группы причин: познание, ресурсы и катастрофы.

Миграция человека на близлежащие космические объекты позволит получить знания, недоступные в земных пределах, так как есть чисто физические проблемы в исследовании космоса: атмосфера, магнитное поле, радиационный пояс Земли затрудняют наблюдения за астрономическими объектами. Более низкий уровень гравитации на соседних планетах делает их привлекательными в качестве космодромов и стартовых площадок для новых космических аппаратов. Это тоже потенциал для более полного изучения Вселенной. Уровень человеческого мышления и его гибкость в принятии оптимальных решений в нестандартных ситуациях пока превышают качество искусственного интеллекта и имеющихся автоматизированных устройств. При любых неожиданностях машина чаще всего проигрывает человеку – человек увидит и поймет больше, выйдет за рамки намеченного плана или программы. Поэтому личное присутствие на космических объектах с исследовательской миссией может оказаться плодотворнее, чем отправка туда приборов.

Прагматики обращают внимание на то, что на Луне и на Марсе, астероидах и кометах есть ценные для экономики землян полезные ископаемые, например, изотоп гелия-3. Многие вещества технологически проще перерабатывать в условиях глубокого космического вакуума без присутствия окисляющего все и вся кислорода. Система солнечных батарей, размещенных вне земной атмосферы, позволит производить электроэнергию в больших количествах. Свободные участки поверхности других планет могут стать местом захоронения вредных для землян веществ. Все вместе это очистит планету, дополнит недостающие ресурсы и увеличит уровень жизни у всех жителей Земли.

Подготовив территории на других планетах, человечество при любой серьезной опасности сможет мигрировать туда, сохранив себя как биологический вид и избежав участи динозавров.

«Как минимум, две важнейшие вещи требуют защиты и сохранения – генофонд нашей биосферы и культурное наследие человечества... В пределах Земли такие попытки предпринимаются... Но хотелось бы иметь подобные хранилища и за пределами Земли» [8].

В конце концов, новые поселения помогут решить и демографическую проблему. Новые колонии примут, как когда-то новые открытые континенты, самых отчаянных, авантюрных, любопытных и просто активных, но избыточных землян.

Все шестьдесят лет космической эпопеи плотно заполнены событиями, удачными и трагическими запусками, открытиями, изобретениями и, конечно, планами на будущее. Военно-политическое противостояние Советского Союза и США подстегивало не только гонку вооружений, но и гонку космических достижений. За 60-70 годы два советских лунохода брали грунт, 6 американских миссий оставили отпечатки своих ног на лунном грунте. В эти годы были отправлены беспилотные аппараты на орбиты вокруг Меркурия, Венеры и Марса, были получены фотографии их видимых и невидимых сторон, а некоторые из беспилотников благополучно опустились на поверхности этих планет. Окончание противостояния уменьшило финансовые потоки в космические разработки, поэтому были свернуты многие проекты, в том числе и советская лунная программа. Но пауза в активности была обусловлена не только этим. В тот период еще не было убедительных для общества целей присутствия на других планетах.

Сейчас у межпланетной космонавтики второе дыхание, исследования возобновлены как с российской, так и с американской стороны, появились новые игроки - программы межпланетных полетов Китая, Японии, Индии и Европейского Космического Агентства. Уровень сложности выполняемых задач столь высок, что отдельные страны больше не могут заниматься космическими технологиями в одиночку. Например, действующая орбитальная станция (третья в своем классе) – это продукт международного сотрудничества. С 20 ноября 1998 года на МКС, сменяя друг друга, побывало 224 космонавта и астронавта из 14 стран. Открытие воды в приполярных областях Луны – тоже пример совместной работы ученых разных стран: ее зафиксировал российский прибор, установленный на американском зонде.

До Луны всего три дня полета - 384 467 км, примерно 30 диаметров Земли. Два последних десятилетия ближайшего соседа осваивали Япония («Хитен» и «Кагуя»), Китай (орбитальные станции «Чанъэ-1» и «Чанъэ-2»; луноход «Юйту», который в 2013 году осуществил мягкую посадку), Соединенные Штаты (Clementine и LunarProspector, лунные орбитальные зонды LRO и LCROSS). Состоялся за-

пуск АМС «Смарт-1» Европейского космического агентства. Позже всех к Луне отправилась первая индийская АМС «Чандраян-1».

Российская программа по преодолению расстояния до Луны разработана в НПО им. С.А. Лавочкина и состоит из четырех этапов:

- в 2019 году должен быть создан малоразмерный демонстрационный посадочный аппарат;
- в 2020 году начнет свою годовую работу аппарат на окололунной круговой полярной орбите»;
- в 2021 году на южный полюс Луны высадится посадочный аппарат с бурильной установкой;
- в 2024 году на Луну отправят автоматическую космическую станцию с грунтозаборным устройством и системой доставки образцов на Землю [2].

Институт медико-биологических исследований РАН реализовал в 2015 году проект «Луна-2015», в котором шесть сотрудниц института в изоляционном эксперименте имитировали восьмидневный полет на Луну и обратно, исследуя воздействия полета на женский организм [6].

Дорога до Марса зависит от взаимной конфигурации орбит планет и может сильно различаться: минимальное расстояние от Земли до Марса — 55 миллионов километров, максимальное — 400 миллионов километров. Время наиболее благоприятного пилотного режима открывает примерно два раза за тридцать лет. Ближайший оптимальный год — 2018, следующий — 2031. Именно на эту дату ориентируются все разрабатываемые сегодня проекты.

Российская программа находится на стадии разработки тяжелой ракеты и предполетной подготовки космонавтов. Проводятся исследования действия длительного пребывания в космосе на здоровье человека. С июня 2010 года по ноябрь 2011 года проводился основной этап эксперимента «Марс-500», в котором имитировался полет на Марс. 500 дней — это как раз минимальный срок времени полета до Марса и обратно. На двадцатые годы запланирован запуск АМС «Фобос-Грунт-2», в чью задачу будет входить доставка марсианского грунта на Землю [7].

Есть свои государственные программы развития полетов на Марс у Китая, Японии, Индии и ЕКА.

Наиболее амбициозные планы по покорению красной планеты у различных государственных и частных компаний в Соединенных Штатах. В октябре 2015 года NASA представило план освоения Марса, итогом которого должна стать высадка на планету человека. Когда это произойдет, не уточняется, однако это будут, вероятно, 2030-е годы. План разделен на три больших этапа. В ходе первого этапа основная работа будет проводиться на борту МКС, где проведут исследования влияния космоса на человека. В 2018 году стартует второй этап, который начнется с запуска космического корабля Orion и ракеты SLS. Ракета доставит корабль к Луне для совершения полета вокруг нее. Через два года к астероиду, расположенному рядом с Землей, отправится зонд, который доставит на лунную орбиту образец вещества с астероида. После этого начнется третий этап, итогом которого станет высадка астронавтов на Марс. Возможно, перелеты будут производиться прямо с Земли, но не исключена возможность остановки на одном из спутников Марса. Для производства топлива и других технологически необходимых материалов предполагается использовать ресурсы Марса.[1]

Помимо исследований на МКС, NASA проводит наземные изоляционные эксперименты. В августе 2016 года завершился эксперимент HI-SEAS IV, главной целью которого было изучение психологических и физиологических проблем, с которыми могли бы столкнуться участники будущего пилотируемого полета на Марс. Склон заснувшего вулкана Мауна-Лоа на Гавайях имитировал для участников суровые марсианские условия.

На фоне развертывания государственных программ освоения космоса множатся и частные проекты. Один из самых известных, широко обсуждаемых и критикуемых — «MarsOne». Программа Баса Лансдорпа предполагает полет на Марс и основание колонии на его поверхности. Мероприятие позиционируется как телевизионное реалити-шоу с трансляцией всего происходящего. Ориентировочные сроки пилотируемой части проекта — 2026/27 годы. Проект предполагает отправку добровольцев с билетом в один конец, колонизаторы не будут иметь возможность вернуться на Землю, но им обещана, как минимум, телевизионная слава. Программа Илона Маска [3] — это проект, нацеленный на разработку технологий, которые резко уменьшат себестоимость космических полетов и сделают их коммерчески

доступными и привлекательными для больших групп населения. Дальняя цель проекта так же связана с колонизацией Марса.

Как видно из вышесказанного, мы вступаем в новую стадию реализации программ последовательного обустройства ближайшего космоса. Какие новые социокультурные феномены могут появиться благодаря этому или уже появились?

В век налаженных телекоммуникационной связи и социальных сетей любое объединение граждан сопровождается созданием соответствующей страницы и группы в Интернете. С технологическим освоением ближайших внеземных территорий связано Марсианское общество, насчитывающее уже около 10 000 участников из 50 стран. В том числе в нем есть и наши соотечественники. В Марсианское общество входят как добровольцы, так и просто сочувствующие проекту. У страницы «NASA's Curiosity Mars Rover» (страница разрабатываемого НАСА марсохода) - больше миллиона подписчиков. Чуть меньше поклонников у второго марсохода – «Mars Exploration Rovers». У страницы в ФБ «Mars One - Human Settlement of Mars» («Марс один – человеческое поселение на Марсе») – почти 200 тысяч подписчиков. Есть индийское сообщество «ISRO's Mars Orbiter Mission» - больше 700 тысяч подписчиков. Есть сообщества в арабоязычном сегменте ФБ и на китайском языке.

Отдельное направление презентации темы – это кинематограф. Набрав в поисковых ресурсах словосочетание «фильмы про полеты на Марс», можно обнаружить некоторое количество контента самого разного качества и формата. Снято несколько фильмов, номинантов и лауреатов Оскара, («Интерстеллар», «Марсианин»), в которых на фоне космических полетов обсуждают вполне земные вопросы – кого и как спасать, какова цена вопроса. В литературе, в научной фантастике тема полетов так же представлена достаточно обширно.

Несмотря на наличие групп в социальных сетях, книг и фильмов, все же сказать, что доля космического содержания среди культурных продуктов значительна, мы не можем. Наша повседневная жизнь не наполнена думами о космосе. Уточняя погоду у себя в городе, мы не выясняем заодно розу ветров в долине Маринера или на окраинах моря Ясности. Наш гардероб не забит футболками с логотипами Роскосмоса или НАСА, на стенах у подростков не висят постеры с кумирами-космонавтами, марсоходы не встретишь на прилавках игрушечных магазинов. Но есть большая вероятность, что все это очень скоро будет присутствовать в нашей повседневности.

Попробуем спрогнозировать развитие форм интереса к освоению внеземных пространств.

Реализация государственных программ межпланетных перелетов потребует мощной рекламной кампании, целью которой должны будут стать обоснование для налогоплательщиков ее целей, то есть необходимости привлечения средств из госбюджетов. Репрезентация проекта в масс-медиа, создание привлекательного образа участника кампании приведет к формированию новых сообществ и устойчивых субкультур. Появятся многочисленные сторонники и противники полетов, партии «колонизаторов» и «истинных землян». Резко увеличится объем художественных произведений на эти темы, в которых герои будут решать всю ту же проблему: лететь или не лететь? А как же старенькая мама, которая по физическому состоянию покинуть Землю уже не сможет? Коммерциализация темы приведет к увеличению продукции, отсылающей своими коннотациями к теме освоения космоса и ее ценности для человечества.

Активное освоение космоса потребует пересмотра и уточнения международной декларации об использовании космического пространства (1967 «Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела»).

Права государств-участников и государств-наблюдающих за процессом – это отдельный вопрос межгосударственных отношений. В случае катаклизмов и в ситуации ограниченных технологических средств, какова будет участь населения тех стран, которые по своим финансовым, организационным или ресурсным показателям не будут представлены в космических корпорациях? Будут ли страны-перевозчики вывозить лишь своих граждан, будут ли процентные квоты для населения отстающих в развитии государств или спасать будут без оглядки на государственную или этническую принадлежность? В явном виде здесь просматривается конфликт интересов, который будет подогреваться застарелыми межнациональными проблемами. Смогут ли общие опасности консолидировать человечество или разделяет его еще больше, как минимум по финансовому показателю? Человечество будет разделено на физически здоровых и людей с проблемами. Перегрузки, радиация, невесомость оставят на

Земле тех, кто не сможет перенести полет. Возможен сценарий, при котором за счет роста освоенных околосолнечных и околоземных территорий, решения земных экологических проблем будут отодвинуты на второй план, что также скажется на качестве жизни тех, кто останется.

Понятие «космический туризм» уже существует, есть проекты, которые его популяризируют.[4]Сегодня билет на реальный полет в Космос можно купить исключительно в Роскосмосе [5] и обходится он в несколько десятков миллионов американских долларов, позволить его себе могут только единицы. Создаются частные компании по организации регулярных коммерческих полетов для всех желающих. Эти частные компании уже продают и бронируют билеты на пока несуществующие рейсы. Многие знаменитости поспешили забронировать себе билет в Космос. Полеты станут индикатором личного статуса и фактором расслоения общества. Даже при развитии технологии и уменьшении стоимости полетов, цена на межпланетное средство будет заметно отличаться от цены на трамвай. Не все жители планеты в наши дни могут воспользоваться самолетом или отдыхом на тропических островах, а что уж тут говорить про ракету как транспортное средство или Луну, как экскурсионную базу.

Особый исследовательский интерес представляет портрет добровольца. Что это будут за люди по своим ценностным установкам и отношениями? Какие мотивы участия в проекте миссионерства будут преобладающими? Ведь это может быть стремление ко всему новому и неизведанному, поиск приключений, серьезный исследовательский интерес, бегство от личных проблем, коммерческий интерес или благие намерения. Это может быть жажда славы, ведь все полеты будут сопровождаться активным информационным оповещением, они станут «горячей» темой самых разных медийных источников. Несмотря на реальную опасность проекта для жизни добровольца, он все же надеется сохранить разноформатную коммуникацию с землянами – аудиальную и визуальную. Это не отплытие команды парусника в кругосветное путешествие без способов связи с домочадцами.

Какими качествами должен обладать доброволец, помимо отличного здоровья? Какими трудовыми и социальными навыками он должен владеть? Длительный полет в ограниченном пространстве в малой группе и дальнейшее пребывание на осваиваемой и непригодной для жизни территории требует огромного количества самых разных компетенций. Повышение агрессии – спутник и источник конфликтов в изолированных коллективах. Как будет происходить взаимодействие в экипаже, состоящем из представителей разных культур, конфессий, жизненных философий?

Отдельный вопрос – это этические проблемы полетов в один конец. Имеют ли право организаторы проектов отправлять людей в такую экспедицию? Чье реально это решение – добровольца или космического агентства? Будет ли присутствовать элемент насилия или спекуляции, манипулирования на жизненных обстоятельствах добровольцев? Как будут решены вопросы гендерного равенства и представительства?

Перенесемся мысленно на полстолетия вперед. Предположим, что у землян все получилось – небольшая колония успешно осваивает марсианские или лунные просторы. Поселенцы даже решили проблему деторождения. Через несколько поколений, в результате накопления мутаций под действием активной радиации, марсианское или лунное человечество будут представлять отдельную эволюционную ветвь, адаптированную к местным условиям: очень слабому магнитному полю, в разы меньшей гравитации, повышенной радиации, иному газовому составу. Улуновитян и марсовитян будут облегченные скелет и мышечная масса, другая походка и пропорции тела, иной рацион питания. Жизнь в специфических условиях породит свои бытовые привычки и культурные стереотипы. Есть большая вероятность, что это будут жители грот-поселений, пещер и глубинных шахт. Иные ландшафты, монохромный колорит земли и неба, другие звуки, запахи и их количество будут постепенно менять эстетические предпочтения поселенцев. Суточный ритм и смена времен года на Марсе также отличаются от земных ритмов. Есть вероятность, что вскоре появятся свои значимые календарные даты и их культурная ценность будет неочевидна землянам. Возникнет субкультура колонизаторов. В какой-то момент это станет очевидно, и появятся «мы» и «они». Не возникнет ли ситуация, в которой «они» не захотят, чтобы «мы» к ним прилетали? В качестве примера можно привести принятые на законодательном уровне миграционные ограничения в Соединенных Штатах и в Австралии. Обе страны созданы европейцами-колонизаторами.

Подведем некоторые итоги. Освоение межпланетного пространства требует не только решения технологических проблем обеспечения жизнедеятельности во время полета и на месте предполагаемой колонизации, не только усиленную физическую, профессиональную и моральную подготовку колонизаторов, но и осмысления целого спектра вопросов гуманитарного характера. Специалисты-гуманитарии должны внести свою лепту и оказать помощь в подготовке межпланетных полетов, в преддверии новой социальной реальности. Это могут быть как фундаментальные исследования, касающиеся анализа и моделирования сущности человеческой личности и ее отношений с миром, социокультурное моделирование, так и сугубо практическая прикладная деятельность: полевые социометрические исследования сообществ, связанных с полетами, популяризация знаний в средствах массовой коммуникации, переводческая и педагогическая деятельность, подготовка обзоров и учебных пособий.

Космос ждет. Работы хватит на всех.

Список литературы

1. Иванов А. NASA представило детальный план освоения Марса. «Российская газета» <https://rg.ru/2015/10/12/mars-site.html> (проверено 24.02.2017).
2. Совет главных конструкторов по «Лунным программам» 08.04.2016. НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ им. С.А. ЛАВОЧКИНА http://www.laspace.ru/press/news/events/20160408_SGK_Lunnaya_programma/ (проверено 24.02.2017).
3. Беляков Е. Дотянуться до звезды: быть или не быть человеку в космосе. <http://droider.ru/post/dotyanutsya-do-zvezdyi-byit-ili-ne-byit-cheloveku-v-kosmose-21-02-2015/> (проверено 24.02.2017).
4. Космическое агентство <http://cosmos.agency/cat/spacetourism/> (проверено 24.02.2017)
5. Петербургский Международный Экономический Форум 2016 <http://tass.ru/pmfef-2016/article/3368533> (проверено 24.02.2017).
6. Проект «Луна-2015» ИМБП <http://www.imbp.ru/webpages/win1251/News/2015/Moon2015-03.html> (проверено 24.02.2017).
7. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ 2016-2025 <http://www.roscosmos.ru/22347/> (проверено 24.02.2017)
8. Сурдин В.Г. Запасная планета // Путешествие к Луне / Ред.-сост В.Г. Сурдин. – М.: Физматлит, 2009. – С. 481-486.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТОНИКЕ ФОРМЫ

АЛИБЕКОВА Марият Исмаиловна
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)

СЕРИКОВА Анна Николаевна
аспирантка
РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)

Человек всегда стремился к преобразованию условий и качества своей жизни. Создавать такие объекты, которые бы соответствовали высокому духовному содержанию, были воплощены в гармоничные формы, решать их ему помогает художественное творчество.

Несмотря на то, что представления о прекрасном с течением времени меняются, можно предположить существование неких общих законов, которые, невзирая на изменчивый характер эстетических вкусов общества, позволяют создавать красивые предметы, составляющие гармоничную среду обитания человека. Основными критериями, служащими для оценивания уровня совершенства предметов

выступают практичность и эстетичность, их разумное соотношение, а также гармоничное сочетание частей в одном стройном целом. Всем этим критериям соответствует архитектура.

Одним из первых архитекторов, который исследовал применение архитектурно-художественных приёмов при разработке костюма был Чарльз Джеймс (1906–1978), который ввел в моду стеганые атласные пальто – прототип современных дурых вещей. Архитектор по образованию, один из ключевых дизайнеров 60-х Пако Рабанн известен своими экспериментами с нетипичными для моды материалами – бумагой, пластиком и металлом.

Здесь рассмотрим архитектуру, как технику и технологию, и как ведущий принцип формообразования в пластических искусствах. Предметом исследования выступает изучение способов и приёмов использования законов архитектуры объёмных форм при разработке коллекции обуви и кожгалантереи.

Термин архитектура происходит от греческого – *architektonike*, что означает строительное искусство, и первоначально относился к строительству и архитектуре. Сегодня этот термин используется в широком смысле и отражает композиционное строение любого произведения искусства, обуславливающее соотношение его главных и второстепенных элементов. В популярной художественной энциклопедии архитектура определяется как художественное выражение структурных закономерностей, присущих конструкции здания, а также композиции круглой скульптуры и объёмных произведений декоративного искусства.

В архитектуроведческой литературе слово «архитектура» употребляется в двух основных значениях: 1) архитектура - это чувственно-наглядный образ механической устойчивости (стабильности) и 2) архитектура - это чувственно-наглядный показ работы статической конструкции.

Качество архитектуры вещи зависит от четырех основных характеристик: совершенства самого содержания, совершенства формы, взаимосвязи формы и содержания, эстетичности формы. Главная закономерность архитектуры состоит во всестороннем единстве формы и содержания.

Архитекторы Л.Б. Альберти, В. Гропиус, Ле Корбюзье в своих научных трудах пришли к общему выводу, что только единством эстетичности и полезности обеспечивается совершенство формы. Например, Ле Корбюзье писал: «Архитектор, организуя формы, создаёт гармонию, которая является чистым продуктом его разума, формами он воздействует на наши чувства, вызывая в нас эстетические эмоции, созданные им соотношения форм пробуждают в нас глубокий отклик, приобщают нас к постижению гармонии мира».

Таким образом, архитектура выступает как материальная и информативно-эстетическая взаимосвязь содержания, внутренней и внешней формы в различных объектах, прежде всего в произведениях архитектуры и дизайна, т.е. чувственно воспринимаемое, понятное и художественно выразительное воплощение во внешнем облике предмета его назначения, способа функционирования, пространственной организации, конструктивно-технологической основы.

Понятие архитектуры широко применяется в различных видах искусства. Термин «архитектурные искусства» выявляет формообразующий принцип – эстетически значимое соотношение пластических элементов, из которых строится художественный образ, а также подчеркивает родство прикладных искусств и дизайна с архитектурой, которая является ведущей в этой группе. В прикладных искусствах и дизайне, как и в архитектуре, архитектурная связь элементов образа является главным или единственным выразительным средством.

В группе архитектурных искусств наблюдается самое широкое разнообразие используемых материалов. Все материалы, техники и технологии, которые человек находит в природе и которые дает ему производство, становятся объектами эстетической обработки в архитектуре, прикладных искусствах и дизайне. Одной из особенностей произведений архитектурного творчества является их существование в ансамбле, единая коллекция изделий из обуви, сумок и других аксессуаров, объединённая общей темой, как нельзя лучше подчёркивает архитектурную направленность данных изделий.

В архитектуре взаимосвязаны функциональные, технические, эстетические начала: польза, прочность, красота. Выразительные средства, применяемые в архитектуре, – это композиция, архитектура, пластика объёмов, масштабность, ритм, пропорциональность, а также фактура и цвет поверхностей материалов, синтез искусств и др. Часто говорят, что архитектура – это застывшая музыка. Историче-

ское развитие общества определяет функции и типы сооружений, технические конструктивные системы, художественный строй архитектурных сооружений.

Архитектура и мода достигли своего расцвета в конце XIX – начале XX веков, во времена модерна, а затем ар-деко. Архитекторы того времени – Петер Беренс, Анри ван де Велде и Фрэнк Ллойд Райт – экспериментировали с дизайном женской одежды. Это была эпоха простых форм, лишенных декора зданий с открытыми планами и текучими пространствами. Этот стиль отразился в моде благодаря Полью Пуаре. Он освободил женщин от корсета, а позднее одел в брюки и ампирные платья, которые давали свободу движениям.

Ив Сен Лоран, Тьерри Мюглер и Аззедин Алайя признавались, что именно у Чарльза Джеймса они учились архитектурному подходу к одежде. Пако Рабанн вместо ножниц, иголок и ниток использовал плоскогубцы, отвертки и молотки. Он больше строитель, чем портной. Тем не менее, все эти непластичные материалы, подобно тканям, повторяли линии тела (рис. 1).



Рис. 1. Из коллекции Пако Рабанн

Выпускника Миланского политехнического института Джанфранко Ферре часто сравнивают с выдающимся архитектором начала XX века Фрэнком Ллойдом Райтом. Он всегда славился своими точными объёмами и совершенными формами, а его знаменитые сорочки кажутся не сшитыми, а смакетированными из хрустящей белой бумаги.

Архитектурное прошлое иногда помогает создавать не монументальную, а очень практичную и удобную одежду. Увлечение архитекторов модой, проектирование одежды в дальнейшем становится основным делом их жизни, а архитектурное образование помогает специалистам возглавлять производство костюма. Гарет Пью выражает в своей одежде авангардистский характер, создавая модели, разительно отличающиеся от современных течений моды (рис. 2).



Рис. 2. Из коллекции Гарета Пью. Небоскрёб Aqua Tower в Чикаго

Связь между одеждой и архитектурой имеет и более глубокие корни: и архитектура и костюм функционально определены человеком. Как и костюм, архитектурное сооружение служит средством прикрытия человека, его очага, семьи от действия непогоды. Принципы организации архитектурных масс, линий, формы, пропорциональности членений здания, проявление свойств материалов – не

только тектонических, но и фактурных – являются непосредственными носителями образного содержания, которые затем преломляются в линиях и членениях объемов костюма, его ритмическом построении, характере применения материала.

Мода на обувь также связана с архитектурой, как и мода на одежду. Выразительные средства, применяемые в архитектуре, такие как композиция, тектоника, пластика объемов, ритм, пропорциональность, а также фактура и цвет поверхностей материалов используются при изготовлении обуви и аксессуаров. Перефразируя слова Тома Форда, можно сказать: «И обувь, и здания – оболочка, в которой живет человек».

Закономерности в строении материалов для одежды, их структура влияют не только на возможность создания той или иной объемно-пространственной формы в костюме, но и служат средством ее выявления. В зависимости от структуры, например от переплетения, вида применяемых нитей, колористического оформления, плотности и т.п., материал может восприниматься как современный или морально устаревший, подчеркивать форму и объем изделия, или скрывать их. Таким образом, знание особенностей и использование техники, технологии, тектоники, материалов позволяют грамотно осуществлять проектную деятельность и создавать гармоничное трехмерное решение костюма.

Форма в дизайне — особая организованность предмета, возникающая как результат деятельности дизайнера по достижению взаимосвязанного единства всех его свойств – конструкции, внешнего вида, цвета, фактуры, технологической сообразности и т.п. Отвечает требованиям и условиям потребления, эффективно использованию возможностей производства и эстетическим требованиям.

Достижение гармоничного отношения компонентов «функция – структура – материал – конструкция – форма» позволяет квалифицировать форму как тектоническую. В архитектурной форме конструктивные элементы подчиняются логике технологии производства. Они не только не маскируются, но акцентируются и используются как конструктивно-декоративные элементы формы, подчеркивая ее целесообразность и убедительность. Через пластику формы выражаются такие свойства конструкции, как прочность, устойчивость, равновесие, направленность движения, выявляется соотношение частей. Четкая и логичная тектоника обеспечивает правдивость формы, дает правильное представление о назначении предмета, особенностях технологии его изготовления и свойствах материала. Конструкция выполняет сразу несколько функций, обеспечивая одновременно необходимую устойчивость, жесткость и прочность изделия в целом и его отдельных элементов. В архитектуре конструкции разделяются на несущие, отражающие, диафрагмы жесткости и т.д. Каждая из этих групп, выполняя определенную конструктивную функцию, имеет свою типологию и изготавливается из соответствующих строительных материалов (рис. 3).



Рис. 3. Деревянные конструкция дома и сумка из коллекции Стелла МакКартни

Конструкция в наши дни понимается не просто как техническое средство организации формы, но, прежде всего, как функционально и эстетически работающая компонента формы. Оригинальная логически построенная конструкция с тщательно выполненными узлами обладает собственной художественной ценностью и формирует выразительность произведения. Подчеркнуто обнаженные несущие металлические конструкции становятся своеобразным декоративным элементом, придавая неординарность внешнему виду объекта.

При разработке коллекций современной обуви, стали, запоминающиеся своей оригинальностью архитектурные строения. Именно в архитектонике есть возможность реализации создать обувь, которая бы соответствовала высокому духовному содержанию, была воплощением совершенства формы, отличалась целостностью композиции, выделялась оригинальностью, радовала бы своей эстетичностью и практичностью.

Представленная ниже модель создана по подобию арочного моста Еппеÿс Неегта в Амстердаме (Нидерланды). Сочетание каркасных частей, служащих основой целостности композиции с сеточной оболочкой, придаёт лёгкость и воздушность изделию (рис. 4).



Рис. 4. Проект моста Еппеÿс Неегта и модель обуви по его подобию

Оригинальность композиции, ритм и внутренний свет позволяют увидеть все достоинства архитектуры в следующей модели обуви, созданной под впечатлением здания L'Hemisferi в городе Валенсия (Испания) (рис. 5).



Рис. 5. Здание L'Hemisferic и праздничная модель обуви

Светлый настрой, нарядность композиции объединяют оригинальное архитектурное здание «Парус», которое находится в Москве и предлагаемую модель сумки, наполняют форму модели духовным содержанием, создают ощущение праздника и дарят хорошее настроение (рис. 6).

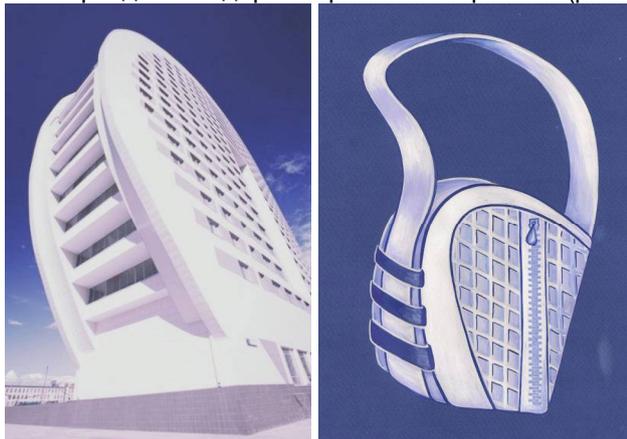


Рис. 6. Дом «Парус» в Москве и созданная по подобию модель сумки

Необычное жилое здание, расположенное в Мадриде (Испания) послужило прообразом для создания модели дамской сумки. Как и здание, модель характеризует функциональность, эстетичность и оригинальность композиции. Предлагаемая модель сумки будет выгодно отличаться от других женских аксессуаров (рис. 7).

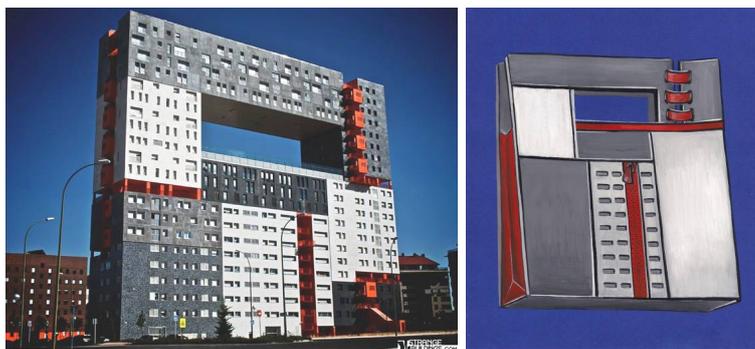


Рис. 7. Жилой дом в Мадриде и предлагаемая модель сумки

Причудливость формы, создающей ощущение волшебства, невесомости, и в то же время восприятие частей композиции в гармоничном единстве формы отличают архитектурное строение Hulme Arch Bridge в городе Хулм (Манчестер, Англия) и следующую модель (рис. 8).



Рис. 8. Hulme Arch Bridge и изящество модели, созданной по её подобию эскиза и макета обуви

Представленная модель создана по аналогии с музеем изобразительного искусства в Милуоки (США) и напоминает натянутые струны открытого рояля, которые вот-вот зазвучат и наполнят всё вокруг чарующей музыкой. В то же время модель отличает практичность и комфорт.

Оригинальные архитектурные сооружения послужили источником вдохновения предлагаемой коллекции обуви. При создании коллекции обуви, с применением архитектурно-художественных приёмов учитывалось, что архитектура в обуви имеет специфические особенности, которые проявляются, в том, что форма обуви не существует сама по себе, как самостоятельная объёмно-пространственная структура, а составляет с ногой человека единую систему, что объективно определяет тектонические характеристики обуви, которые нужно учитывать при разработке коллекции обуви.

Таким образом, можно сделать вывод, что использованные в качестве творческого первоисточника разнообразные техники и технологии в проектировании позволяют разбудить в дизайнера инициативу, раскрыть его индивидуальные творческие способности, преодолеть наработанные ранее стереотипы, развить мобильность, гибкость, многовариантность профессионального мышления, позволяет перейти на более высокий уровень решения творческих задач.

Список литературы

1. Алибекова М.И. Архитектоника объёмных форм в композиции костюма. Учебное пособие. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2010. – 148 с.
2. Божко Ю.Г. Архитектоника и комбинаторика формообразования. – Киев: Высшая школа, 1991. – 245 с.
3. Большая советская энциклопедия, / гл. ред. А.М. Прохоров. –Т.2. – 3-е изд. – М., Изд. «Сов. энциклопедия», 1970, С.296.
4. Витрувий. Десять книг об архитектуре. Пер. Ф. А. Петровского под общей ред. А. Г. Габричевского. М., 1936

5. Гропиус В. Границы архитектуры (серия: Проблемы материально-художественной культуры). — под ред. В.И.Тасалова. — М.: Искусство, 1971. — 286 с.
6. Корбюзье Ле. Архитектура XX века. — М.: Прогресс, 1977. — 303 с.
7. Михайлов С.М., Кулеева Л.М. Основы дизайна: Учеб. для вузов / Под ред. С.М. Михайлова. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Союз дизайнеров России, 2002. — 240 с.: ил.
8. Михайлов С.М. История дизайна: Учеб. для вузов. 2-е изд. исправл. и доп. — М.: Союз дизайнеров России, 2003. Т. 2. — 393 с., ил.
9. Пармон Ф.М. Композиция костюма: Одежда, обувь, аксессуары: Учебник для вузов. — М.: Легпромбытиздат, 1997. — 264 с.: ил.

НАУКА В СОВРЕМЕННЫХ МЕДИА: ФОРМАТЫ И ТЕМЫ

АНИКИНА Мария Евгеньевна
кандидат филологических наук, доцент
МГУ имени М.В. Ломоносова

Общественно-научный подход к изучению роли средств массовой коммуникации в репрезентации (демонстрации) и объяснении окружающего мира можно обнаружить еще в первой половине прошлого века. Это дает нам основания утверждать, что уже довольно давно произошло увеличение роли медийных каналов в жизни человека и общества, потребовалось изучение и объяснение значения информационных ресурсов в развитии различных сфер жизни человека, в том числе – сферы научной деятельности. Американский исследователь XX века У. Липпман использовал образ фотографии для того, чтобы описать реальность, которую создавали современные ему средства массовой информации в сознании аудитории. Мы вполне можем использовать находку Липпмана, потому что – несмотря на активный рост и развитие пространства массовых коммуникаций – основные эффекты, которые можно наблюдать в этом мире, остались во многом неизменными.

При этом нужно принимать во внимание, что происходящий сегодня процесс медиатизации социального пространства становится средством критического анализа взаимосвязи медиасистемы – с одной стороны и общества в широком смысле этого слова – с другой. Вслед за европейскими экспертами мы понимаем медиатизацию как двусторонний процесс, в рамках которого взаимное влияние друг на друга оказывают массмедиа и различные сферы общественной жизни. Не составляет исключения и наука. Заметим, что современные массмедиа способны изменять внутреннюю логику существования и функционирования различных социальных институтов. В случае с научной коммуникацией, с попытками разобраться в сути и значении научной деятельности и научных открытий это означает, что человек XXI века сталкивается с немного более масштабным явлением, чем хорошо знакомая и привычная человеку XX века популяризация науки. Рассмотрим, как в современном информационно-коммуникативном пространстве сосуществуют процессы популяризации и медиатизации науки.

Научная популяризация – важное для нескольких социальных субъектов явление. Понятный и привлекательный разговор об ученых и научных разработках нужен прежде всего собственно науке. Каким бы парадоксальным ни казалось это утверждение, научному сообществу необходимы внимание, поддержка, развитие кадрового потенциала, смена поколений и обеспечение преемственности, которые трудно представить без достаточно широкого обсуждения научной тематики в традиционных СМИ. Безусловно, популяризация науки жизненно необходима обществу, массовой аудитории, читателям, слушателям и зрителям для того, чтобы формировать адекватную картину мира, осмысленно и компетентно принимать значимые решения, достойно жить в современном мире. Наконец, популяризация науки важна с точки зрения развития государства, поскольку связана с вопросами грамотного администрирования, принятия решений, возможностью адекватного взаимодействия власти с различными социальными группами и успешного межгосударственного взаимодействия.

Российский исследователь Н.В. Дивеева описывает следующие цели популяризаторской активности:

- «1) информировать широкие круги населения страны о научных изобретениях и открытиях, о деятельности научных коллективов, учреждений и отдельных ученых;
- 2) разъяснить суть сложных явлений, сделать научную информацию доступной, понятной;
- 3) увлечь интересными образами, художественными средствами в лоно науки, в мир изобретений и открытий, захватывающих порой сильнее, чем искусство и научная фантастика;
- 4) научить читателя какой-либо области научного знания либо конкретному направлению, что зачастую играет роль эффективной профориентации школьников и их родителей» [Дивеева, 12].

Для достижения этих целей необходима успешная коммуникация представителей научного сообщества, напрямую связанных с процессом научных исследований, и представителей журналистского сообщества, понимающих интересы массовой аудитории и способных говорить о науке понятно, интересно. В современных условиях сформулированные экспертами принципы грамотной популяризации приобретают еще большую актуальность, поскольку способствуют поддержанию высокого уровня профессиональной культуры журналиста. Среди наиболее значимых направлений информационной деятельности в сфере науки и технологий – редуцирование сложного научного явления до общих идей и представлений, использование в журналистских материалах привычной и хорошо знакомой аудитории образной системы и аналогий, эмоционально окрашенное журналистское описание научных явлений, открытий и научной деятельности в целом, прогнозирование, связанное с возможностью применения научных разработок в реальной жизни представителей аудитории и интерпретацией сути научных разработок, информационная поддержка научного сообщества и его деятельности в широких общественных кругах и необходимое профессиональное мастерство журналиста.

Осмысление различных стратегий профессионального поведения журналиста, работающего с научной тематикой, позволяет выделить *несколько модусов изображения ученого и его деятельности* и увидеть *несколько профессиональных ролей журналистов* в сегменте научной и научно-популярной информации.

В перечне современных стратегий репрезентации науки наиболее существенное место занимает экспертиза, которую могут осуществлять представители научного сообщества. Этот модус остается наиболее распространенным в современных зарубежных и российских массмедиа. Также достаточно популярной стратегией становится представление разработок и деятельности целых научных учреждений и исследовательских центров, которое обеспечивает им узнаваемость и способствует созданию их публичного образа. Наконец наименее распространена информационная деятельность, направленная на раскрытие сути конкретных исследовательских проектов, пояснение научных разработок и повышение уровня научной культуры населения, теснее всего связанная с классическим процессом популяризации науки.

Обращаясь к работам зарубежных авторов, можно сформулировать несколько профессиональных ролей журналистов – популяризаторов науки. В частности, речь может идти о новых ролях научного журналиста, выделенных профессором Школы коммуникаций Американского университета в Вашингтоне Д. Фэй и представленным им на Восьмой Всемирной конференции научных журналистов в 2013 году. Это *роли координатора, куратора и критика*.

В первой ипостаси журналист приближается по набору профессиональных компетенций и навыков к коммуникатору, поскольку становится посредником в отношениях научного сообщества и массовой аудитории. Возможно, медиапрофессионал теряет часть собственных журналистских квалификаций, заменяя их умением эффективно организовать публичное взаимодействие ученых и общественности в относительно новых форматах публичных лекций и дискуссий, свойственных не только традиционным СМИ, но и иным формам массовой коммуникации. Журналист-куратор продолжает работу в области традиционных СМИ, реализуя профессиональные умения и вполне соответствуя классическому определению журналиста как субъекта, занимающегося сбором, обработкой и распространением информации. Куратор собирает новости из мира науки, обращается за экспертным мнением и необходимыми комментариями для наиболее полного и адекватного освещения научных событий и проблем, готовит материалы для аудитории с разным уровнем научной культуры. Третью роль – вероятно –

можно назвать наиболее сложной и неоднозначной, поскольку именно в ней журналисту необходимо проявлять наибольшее внимание к предмету своих публикаций, умение критически осмысливать и интерпретировать научную информацию.

В разговоре о существующих сегодня научно-популярных форматах остановимся на обсуждении сегментов периодической печати и телевидения как двух наиболее развитых традиционных информационно-коммуникативных пространствах, а также на блогосфере как относительно молодом сегменте осуществления научной и научно-популярной коммуникации.

В процессе определения наиболее удачных форматов *печатных периодических изданий научной тематики* важную роль играют аудиторный, содержательный, формально-технический (технологический), функционально-целевой факторы. Медиаисследователи проводят границу между научной и научно-популярной журналистикой, опираясь на совокупность факторов, но прежде всего – на черты потенциальных потребителей информации, обнаруживают очевидные различия между подготовленным, специализированным, профессиональным сознанием и массовым восприятием научной и научно-популярной информации. При этом поток научной журналистики, ориентированный преимущественно на представителей научного сообщества, оказывается связанным с научной коммуникацией, а поток научно-популярного контента, адресованный широкому и не вполне подготовленному потребителю, становится частью массовых информационных процессов и элементом журналистского творчества. Содержательно классификация научных и научно-популярных СМИ учитывает, с одной стороны, структуру и классификацию научного знания, с другой стороны – медиаисследовательские подходы к осуществлению типологического анализа СМИ. В результате информационное поле содержит как специализированные научные и научно-популярные издания, так и универсальные СМИ, часть контента которых связана с наукой и научной деятельностью; как монодисциплинарные, так и полидисциплинарные научно-популярные издания, посвященные – соответственно – одной или нескольким научным дисциплинам. Технологически можно фиксировать доминирование журнальной печатной продукции, поскольку именно этот тип традиционных СМИ позволяет наиболее удачно решать просветительскую задачу в отношении массовой аудитории в условиях активной визуализации информационного пространства с учетом особенностей научного контента и познавательных способностей представителей различных социальных групп.

Экономические условия существования современных научно-популярных периодических изданий трудно назвать однозначно благоприятными. Симптоматичным выглядит подзаголовок аналитического обзора 2012 года, выпущенного Национальной тиражной службой, – «Обзор рынка, которого нет» [Яковенко]. Согласно материалам обзора, научно-популярные издания не составляют единого конкурентного рынка, а образуют сегмент прессы, объединенный схожестью контента и одновременно распадающийся на три изолированные группы. Классификацию можно назвать несколько спорной, однако и ее нужно принимать в расчет, поскольку в сегменте традиционных печатных СМИ – действительно – присутствуют коммерчески успешные бизнес-проекты, пережившие турбулентный период социально-политических и экономических трансформаций журналы и ведомственные академические журналы.

Анализ функционально-целевого предназначения печатных научно-популярных медиа убедительно доказывает прочность данного основания для выделения самостоятельного типа информационной продукции, поскольку основная выполняемая ими функция – популяризаторская, познавательная. Она может быть названа социально значимой, поскольку реализуется в процессе распространения научного знания и образования массовой аудитории, направлена на повышение уровня научной грамотности населения. Кроме того, можно отметить полифункциональную природу научно-популярных ресурсов, потому что печатные периодические издания научной тематики вполне успешно справляются с решением информационных и коммуникативных задач, формированием научной картины мира. Также следует учитывать актуализацию комплексного научно-популярного формата *сайентейнмент*, который находит свое место в том числе в сегменте печатных СМИ.

Научно-популярное телевидение оказывается в этом отношении еще более благоприятной средой. Преимущество научно-популярного телевизионного и видеоконтента заключается в том, что здесь коммуникатор может использовать большее количество средств и способов передачи нового знания, задействовать разные каналы – видео, звук, картинку, мультипликацию, анимацию и др. В зависимости от того, на какой из аспектов создания телевизионного контента направлено внимание исследователя,

можно вести речь о драматургической, повествовательной, интерпретативной составляющих создания научно-популярных информационных продуктов.

Драматургически научно-популярные программы могут быть выполнены в формате традиционных университетских лекций, научных экспериментов, мультфильмов, в привычном и очень распространенном в современной журналистике жанре интервью, более редком формате постановочной программы, а также путешествия (что оказывается вполне оправданным для обсуждения отдельных направлений научной деятельности).

Повествовательные особенности телевизионного научно-популярного контента могут привести к использованию закадрового голосового сопровождения, появлению ведущего в кадре в программе или отдельном сюжете. При этом журналист выбирает подходящее амплуа – его голос может присутствовать за кадром, ведущий может вести репортаж, снимать стендапы, беседовать в кадре с представителями научного сообщества, работать в научно-исследовательских лабораториях, проводить самостоятельные испытания / эксперименты и др. Научно-популярный телевизионный контент может быть создан – кроме прочего – с привлечением целого ряда экспертов. Очевидно, что программы исторической тематики могут быть созданы с помощью инсценированных сцен с актерами, с помощью мультипликации и компьютерной графики. В результате этой работы возможно появление сериалов научно-популярной тематики.

Наконец, говоря об активно развивающемся *пространстве социальных медиа*, нельзя не отметить широкого разнообразия платформ и ресурсов, использование которых возможно в том числе и для осуществления просветительской, образовательной деятельности представителями научного и журналистского сообществ. Одну из заметных позиций в современной структуре социальных средств коммуникации занимают блоги, которые часто относят к так называемой гражданской журналистике. К отличительным признакам блогов относятся их формальные параметры – часто это не слишком объемные фрагменты контента, активно демонстрирующие субъективное авторское начало. К типифицирующим особенностям этой среды можно отнести частое обновление информации (что делает их более привлекательными по сравнению с традиционными СМИ), высокую степень интерактивности (что особенно важно для эффективного взаимодействия ученых и широкой общественности, для распространения специального знания и сохранения возможностей для диалога), актуальность и непрерывность контента.

Можно заметить, что на настоящий момент в российском контексте использование социальных медиа в целом и блогов – в частности для осуществления популяризаторской деятельности не носит системного характера. Созданы и вполне успешно функционируют блоги персонального и институционального характера в отдельных областях научной деятельности. Исследователи (сотрудники российских академических институтов и ведущих образовательных учреждений) используют блогосферу для подачи профессиональной информации наряду с традиционными средствами массовой коммуникации. Стоит отметить, что при подаче информации через блогосферу ученые практически не используют научный и официально-деловой стили, максимально упрощая восприятие транслируемых сведений.

Таким образом, сегодня выбор потенциально эффективных платформ и форматов осуществления коммуникации ученых и общественности может быть осуществлен профессионально подготовленным коммуникатором с учетом особенностей представляемого научного направления, специфики имеющегося научного материала и характеристик целевой аудитории.

Список литературы

1. Дивеева Н.В. Популяризация науки как разновидность массовых коммуникаций в условиях новых информационных технологий и рыночных отношений: дис. ... канд. филол. наук. – Ростов н/Д. 2014.
2. Загидуллина М. В. Мастерство популяризации науки как элемент профессиональной культуры современного журналиста // Современная журналистика: дискурс профессиональной культуры: Тематический сб. ст. и материалов. Екатеринбург, 2005.
3. Яковенко И. А. «Рынок научно-популярных журналов: национальная тиражная служба». Режим доступа <http://pressaudit.ru/rynok-nauchno-populyarnyx-zhurnalov-analiticheskij-obzor/>

Центральный совет программы
«Шаг в будущее»

Почтовый адрес:

105005, Россия, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр.1
Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана,
Центральный Совет программы «Шаг в будущее»

Расположение:

(для личных посещений)
г. Москва, ст. метро «Бауманская»,
Госпитальный пер., д. 4/6, 3 этаж
стилобатной части, левое крыло, к. 307, 309

Телефоны:

(499) 263-62-82;
(499) 267-55-52

Факс:

(495) 632-20-95

Электронная почта:

apfn@step-into-the-future.ru

WEB-страница в Internet:

<http://www.step-into-the-future.ru>

- © Доклады пленарных заседаний. Всероссийский форум научной молодежи «Шаг в будущее». М.: Научно-техническая ассоциация «Актуальные проблемы фундаментальных наук», 2017. 68 с.
- ® Официально зарегистрированный знак научно-технической ассоциации «Актуальные проблемы фундаментальных наук».