

УДК 159.923.3:316.64

УНИВЕРСИТЕТЫ, ОБЩЕСТВО И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

В. А. Садовничий

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Российский союз ректоров*

Поступила в редакцию 30 марта 2019 г.

Аннотация: доклад ректора Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, президента Российского Союза ректоров и Евразийской Ассоциации университетов, академика В. А. Садовничего на Международном форуме «Университеты, общество и будущее человечества», который состоялся в МГУ им. М. В. Ломоносова 25 марта 2019 г. Рассматриваются история, современное состояние и перспективы развития университетского образования с учетом запросов и интересов общества и встающих перед ним проблем в настоящем и будущем.

Ключевые слова: университеты, общество, будущее человечества, университетское образование, Московский университет, онлайн-образование, глобальные вызовы, моделирование динамики мирового развития.

Abstract: the report of the Rector of Lomonosov Moscow State University, the President of the Russian Union of Rectors and the Eurasian Association of Universities, the Vice-President of the Russian Academy of Sciences V. A. Sadovnichiy at the International Forum «Universities, Society and the Future of Mankind», which was held at Lomonosov Moscow State University on March 25, 2019. The history, the current state and perspectives of the university education development are considered. The needs and the interests of the society as well as its challenges in the present and future are taken into consideration.

Key words: universities, society, future of the mankind, university education, Moscow State University, on-line education, global challenges, dynamics modeling of the world development.

Добро пожаловать на форум «Университеты, общество и будущее человечества»!

Будущее интересует всех. Каждый хочет знать, каким оно будет. Каждый хочет **знать**.

Человек хочет знать, что такое Вселенная, что такое человек, как устроена жизнь и что ожидает человечество в будущем. Одному ответить на эти вопросы трудно. С древних времён те, кого особенно тянуло к знаниям, объединяли свои усилия. Так появились прообразы, предтечи университетов.

Что можно считать началом истории университетского образования?

В VI веке до нашей эры возник **пифагорейский союз** – фактически первая научная школа в истории европейской науки. Математическая, хочу подчеркнуть. Пифагорейцы обожествляли число. Пифагору принадлежит важнейшая астрономическая догадка – устройство Вселенной. Он же и назвал её Космосом (по-гречески – *строй, порядок*), поскольку считал, что она построена на

математических основаниях. Земля – центр Вселенной, имеет форму шара; траектории планет – у каждой своя – имеют форму окружности. Пифагор открыл начала гармонии, установив, что приятные слуху созвучия получаются, когда длины струн относятся как 2:1, 3:2 и 4:3.

Пифагор был всесторонне развитой личностью: красавец, законодатель мод и чемпион по панкратиону – борьбе с минимальными ограничениями.

В IV веке до нашей эры появилась **Академия Платона**. Он был учеником Сократа и после его смерти посвятил себя философии. Любители мудрости (а именно так переводится слово *философ*) обычно собирались в окрестностях Афин – в месте, посвящённом Академу. Этот мифический герой не имел никакого отношения к учёности, но дал своё имя важнейшей институции в истории науки – Академии. Над входом в Платоновскую Академию было написано: «Не геометр да не войдёт!»

Если Платон оставил нам Академию, то его ученик **Аристотель – Лицей** (или Ликей). Он тоже

располагался недалеко от Афин, возле храма Аполлона Ликейского. Аристотель был величайшим мыслителем, он явил пример того, что такое стиль научного мышления. **Александрейский музейон**, подаривший нам слово *музей*, был известным научно-образовательным центром, знаменитым богатейшей библиотекой.

Все эти школы оставили важный след в мировой культуре. Однако пройдёт ещё много веков, прежде чем возникнут первые университеты. Историю европейских университетов традиционно отсчитывают с Болонского, хотя в Константинополе ещё в IX веке существовала Магнаврская высшая школа, которую вполне можно считать университетом. Там преподавали лучшие умы того времени во главе с ученым-энциклопедистом Львом (его называли Лев Математик и Лев Философ). Там учился и преподавал один из братьев-просветителей, создателей славянской азбуки – Кирилл.

Создание университетов стало важным этапом **европейской истории**. Её основные вехи – это известные во всём мире университеты:

1088 – Болонский университет (Италия);

середина XII века – Парижский университет (Франция);

1167 – Оксфорд (Англия);

1209 – Кембридж (основан профессорами и студентами, покинувшими Оксфорд);

1218 – Университет Саламанки (Испания);

1222 – Падуанский университет (Италия), основан профессорами и студентами, покинувшими Болонский университет;

1229 – Университет Тулузы (Франция);

1321 – Флорентийский университет (Италия);

1348 – Пражский университет (Чехия)...

К XVI веку почти во всех ведущих европейских странах были свои университеты. Большинство из них выдержали испытание временем и сегодня определяют развитие образования и науки в своих странах и в мире.

Университеты стали важным фактором развития общества. Там выросли титаны мировой науки.

Николай Коперник (1473–1543) – астроном, математик, богослов, врач; автор гелиоцентрической модели мира. Учился в Болонском и Падуанском университетах, преподавал в Падуанском и Краковском.

Галилео Галилей (1564–1642) – математик, астроном, основоположник экспериментальной физики; сконструировал первый телескоп, отстаивал гелиоцентрическую модель. Учился в Пизанском и Падуанском университетах, преподавал в Падуанском.

Иоганн Кеплер (1571–1630) – математик, астроном, механик, оптик, открывший законы движения планет Солнечной системы. Окончил Тюбингенский университет, преподавал в Университете Граца.

Исаак Ньютон (1643–1727) – физик, математик, один из создателей классической физики и механики, предпринявший первую попытку пересмотреть традиционную хронологию. Более 30 лет его жизни связаны с Кембриджским университетом. И этот список можно продолжить.

В обществе возник спрос на университеты. Приведу один показательный исторический факт. Когда правитель Нидерландов Вильгельм Оранский хотел наградить жителей Лейдена за успешную оборону города от испанских войск, он предложил им на выбор освобождение от налогов или университет. Горожане были дальновидными. В 1575 году в Лейдене был основан старейший университет Нидерландов.

Россия – неотъемлемая часть европейского образовательного пространства. Начало было положено **Московским университетом**, основанным в 1755 году. Проект университета с точностью до названия кафедр и количества профессоров разработал Михаил Васильевич Ломоносов – основоположник российской науки, учёный-энциклопедист и поэт. Свой проект он изложил Ивану Ивановичу Шувалову, просвещённому вельможе и государственному деятелю, который и представил план императрице Елизавете – дочери Петра Великого. Московский университет стал очагом просвещения российского общества. Университетская библиотека многие годы была единственной в Москве. Типография университета печатала российских и зарубежных авторов, там выходила первая московская газета «Московские ведомости».

Вслед за Московским университетом, с его помощью и участием, были созданы университеты в Казани, Вильно, Дерпте, Киеве, Харькове и других городах.

В Московском университете сложились первые в стране научные общества, сформировались научные школы.

Выпускники и профессора Московского университета – это выдающиеся ученые и организаторы науки: Чебышев, Жуковский, Скляфосовский, Лебедев, Столетов, Ключевский, Вернадский, Лузин, Егоров, Колмогоров, Александров, Лаврентьев, Выготский, Лурия, Тихонов, Боголюбов, Келдыш, Ляпунов... И это только небольшая часть имён. Московскому университету обязаны своим созданием крупнейшие музеи Москвы: Музей изобразительных искусств имени Пушки-

на. Исторический, Политехнический, Зоологический...

Труппа Малого театра изначально была сформирована в значительной части из студентов университета.

Золотой век русской литературы – тоже во многом заслуга выпускников Московского университета. Фонвизин, Грибоедов, Лермонтов, Фет, Тютчев, Гончаров, Тургенев, Островский, Чехов... Этот перечень великих мастеров слова тоже неполный и тоже впечатляющий. История Московского университета богата людьми и свершениями. Его вклад в историю нашей страны, в историю науки и культуры общепризнан – мы гордимся им и стараемся достойно продолжать дело наших предшественников. Глубокоуважаемые коллеги!

У каждого университета своя судьба, свои достижения, свои выдающиеся учёные и педагоги – предмет их гордости. Каждый из присутствующих здесь ректоров, руководителей мог бы рассказать о своих университетах много интересного и важного. Многие из вас выступят на нашем форуме.

Сегодня мир переживает глобальные изменения, **бурный рост** в сфере **высшего образования**. Вот статистика ЮНЕСКО по такому важному показателю, как численность студентов. В 1950 году в мире было шесть с половиной миллионов студентов, к концу XX века – около девяноста миллионов, а в нынешнем тысячелетии их уже более двухсот миллионов. И этот рост наверняка продолжится, достигнув трёхсот миллионов в ближайшее десятилетие.

Надо учесть и колоссальный потенциал роста: в беднейших странах всего 8 % молодёжи студенческого возраста учится в университете, тогда как в развитых странах – 74 %. Правительства не успевают удовлетворять растущий спрос на высшее образование – всё активнее развиваются частные университеты, где сегодня учатся 30 % всех студентов мира, а в Латинской Америке этот показатель достигает 50 %. Крупные развивающиеся страны давно стали лидерами по числу студентов. В Китае их сорок миллионов, в Индии – более тридцати, а во всей Европе и Северной Америке – чуть больше пятидесяти миллионов. Половина всех выпускников вузов в мире, по данным Организации экономического и социального развития, к 2030 году будет приходиться на Индию и Китай, а на Европу и США – вдвое меньше. Эта тенденция отражает глобальный процесс конвергенции уровней развития стран и регионов мира. По прогнозам консалтинговой компании McKinsey, в 2030 году 66 % представителей среднего класса будут проживать в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Сегодня крупнейшие университеты мира находятся в развивающихся странах. Большинство из них молоды, основаны после Второй мировой войны. В первую десятку по численности студентов (до четырёх миллионов человек) входят университеты Индии, Ирана, Турции, Пакистана, Бангладеш, Непала. Среди лидеров – только на седьмом месте – американский Государственный университет штата Нью-Йорк (SUNY). Хотя этих университетов-гигантов нет в топ-рейтингах, они решают важную задачу кадрового обеспечения растущей экономики, давая массовое высшее образование.

Уверенно завоёвывает «место под солнцем» **онлайн-образование**.

В 2017 году университетские онлайн-курсы слушали 80 миллионов человек. Крупнейшие платформы онлайн-обучения охватывают миллионные сообщества: Coursera – 30 миллионов, edX – 14 миллионов, FutureLearn – 7 миллионов, Udacity – 5 миллионов. Эксперты полагают, что через пять лет аудитория онлайн-курсов составит 200 миллионов человек. 800 университетов по всему миру запустили как минимум по одному онлайн-курсу, а всего их около 10 тысяч. И ещё несколько цифр. Если общий объём мирового рынка образования доставляет до 5 триллионов долларов США и в ближайшие годы обещает увеличиться до 6–7 триллионов, то на онлайн-образование приходится только около 3 %. Прирост этой доли прогнозируется на уровне 5 % в год.

В России объём рынка онлайн-образования – 21 миллиард рублей, это чуть больше 1 % образовательного рынка в целом. При этом ежегодный прирост ожидается более чем на 20 %, так что к 2021 году рынок онлайн-образования в нашей стране может превысить 50 миллиардов рублей.

При всех преимуществах этой новой образовательной технологии мы понимаем, что она может быть эффективна в достаточно ограниченной сфере. Онлайн-обучение в основном проходят люди старшего возраста для повышения квалификации. Возьмём, например, Coursera: 89 % пользователей этой платформы старше студенческого возраста. А обучение с целью получения полноценного высшего образования с Дипломом в 2017 году проходили на онлайн-ресурсах лишь около 7 тысяч.

Поэтому вряд ли сбудется прогноз Себастьяна Труна, соучредителя Udacity о том, что через 50 лет будет только 10 высших учебных заведений – и все онлайн.

Настоящее образование невозможно без диалога учителя и ученика глаза в глаза, без вопросов и ответов; без живого человеческого общения. Заменить учителя его высокотехнологичным вос-

произведением – значит лишить процесс обучения жизненной силы. С экрана компьютера можно получить информацию, много информации, но энергии для интеллектуального роста, то есть для настоящего обучения, электронные ресурсы не дают. Человек может получить её только от человека.

В соответствии с темой нашего форума я хотел бы рассказать о роли университетов в жизни человечества и о его будущем. Поскольку будущее – это ответ на вызовы настоящего, я решил построить свой доклад как рассказ о вызовах, на которые, на мой взгляд, предстоит ответить человечеству. И именно университеты могут и должны дать на них правильные, адекватные ответы.

Первый глобальный вызов – это цифровизация.

По данным ООН, на начало 2018 года количество пользователей Интернета превысило 4 миллиарда – из 7 миллиардов населения нашей планеты. В среднем человек пользуется Интернетом 6 часов в день, решая огромное количество вопросов, связанных с общением, обучением, работой, досугом, бытом, здоровьем. В повседневную жизнь большинства из нас вошло цифровое вещание. Более 5 миллиардов человек пользуются сотовой связью, более 3 миллиардов – активные пользователи социальных медиа, причём подавляющее большинство заходит в социальные сети с мобильных устройств.

Впечатляет динамика роста: за один только 2017 год количество пользователей сотовой связи выросло на 4 %, пользователей Интернета – на 7 % активных пользователей социальных медиа – на 13 %. Понятно, что мы должны готовить людей к работе в этой новой, цифровой среде.

Когда говорят о подготовке кадров для цифровой экономики, обычно подразумевают, что это в первую очередь специалисты в области информационных технологий. Но это не совсем так. Цифровизация будет пронизывать – уже пронизывает – все сферы деятельности. Вопрос: какие базовые цифровые компетенции образуют тот фундамент, на котором будут развиваться профессии в цифровой экономике? Университеты должны дать ответ на этот вопрос.

Цифровизация – это не только удобство, но и издержки и риски. Тотальное распространение цифровых технологий делает нашу жизнь всё более прозрачной. Многие компании формируют индивидуальные портреты граждан, формально не нарушая законы, охраняющие личную жизнь.

Сбором и анализом подобной информации занимаются мировые торговые сети, а также поисковые системы начиная с «Гугла». В цифровом

мире появились новые эффективные средства взаимодействия с обществом. Например, китайский проект «Социальный кредит», который уже реализуется в малых городах. Для каждого человека вычисляется индивидуальный рейтинг, который учитывается при предоставлении тех или иных социальных услуг. Причём рейтинг постоянно обновляется. Этот эксперимент только начался, о результатах мы узнаем позже.

Цифровые технологии используются также для воздействия на людей через социальные сети, в том числе в политических целях. Колоссальные изменения происходят в информационных технологиях, объединённых общим названием **искусственный интеллект**. Мы часто о нём говорим, но имеем в виду не одно и то же. Поэтому давайте вначале договоримся о терминах.

Обычно к искусственному интеллекту относят все формы полной или частичной передачи человеком машине (технологической среде) функций по работе с информацией. Это началось более ста лет назад с отдельных видов работ. Потом машине стали поручать любую информационную деятельность, которую можно формально описать. А сейчас передают и работу по созданию таких описаний – это машинное обучение на основе больших данных и глубокое машинное обучение с использованием данных, порождаемых самой машиной. Иногда говорят, что искусственный интеллект может обесценить роль университета и преподавателя. Эти опасения не новы. Сократ не случайно не оставил никаких текстов: он считал, что письменность как способ сохранения и передачи знания убивает подлинную мудрость и учение как прямую передачу мудрости от учителя ученику. Но с тех пор человечество превратило письменность в эффективный инструмент – обучения в том числе. И аналогия с искусственным интеллектом здесь уместна.

Интернет может донести лекцию профессора до тысяч студентов и сохранить для сотен тысяч, потенциально – для неограниченного их числа. При этом и сама лекция как жанр меняется: в её ткань вплетаются мультимедийные фрагменты, интерактивные задания, дополнительные ресурсы. Возникает новый формат – жанр учения.

Меняется и взгляд на учебник. Сейчас много говорят о цифровых электронных учебниках. Но ведь и бумажный учебник появился не сразу, не одновременно с Библией Гутенберга. Учебник был не просто печатной книгой – это была книга, созданная специальным образом, для определённых целей. Сегодня, когда так быстро развивается интернет, нужен уже не электронный учебник, а электронная образовательная среда, да ещё

и снабжённая возможностями искусственного интеллекта. Мы должны освоить цифровое пространство и наполнить его достоверной информацией, последними достижениями науки, которые будут доступны нашему цифровому поколению, как бы на него ни обижалось наше аналоговое поколение.

И вот что ещё важно. В условиях растущей зависимости, прежде всего молодёжи, от притягивающего, как магнит, Интернета надо думать, как **минимизировать риски** цифровой среды **для психики** человека, сохраняя и **наращивая её пользу для интеллекта**.

И здесь огромную роль играет университетская среда, атмосфера научного поиска и творчества, человеческого общения. Мы это знаем интуитивно, а Лев Семёнович Выготский с научных позиций объяснил важность социального фактора, непосредственного контакта с другими в учении.

Без учителя, без обратной связи современному студенту учиться – что по книгам, что по интерактивным мультимедийным курсам в Интернете – почти так же трудно, как Маугли.

Технологии искусственного интеллекта определяют сегодня развитие мировой экономики. Вложения в них составляют основные инвестиции венчурного капитала в США. Аналогичный бум происходит в Европе, Японии, Китае. В 2017 году правительство Китая выпустило «План развития искусственного интеллекта нового поколения». Имеется в виду максимизация потенциала искусственного интеллекта за счёт исследований мозга и мировое лидерство в этой сфере к 2030 году. Ориентация китайского «Плана» на новое поколение искусственного интеллекта не случайна. Уже понятно, что потенциал наиболее популярных сегодня технологий искусственного интеллекта – машинного и глубокого обучения – в ближайшие годы будет исчерпан. Наиболее перспективным подходом являются нейроморфные системы, основанные на когнитивных архитектурах мозга. Поэтому необходим более глубокий анализ принципов работы естественного интеллекта и головного мозга.

Что такое **мозг человека**? Это примерно 86 миллиардов нервных клеток, у каждой – до 10 тысяч контактов; число связей в такой сети превышает 100 триллионов. Количество возможных комбинаций активности исчисляется цифрами, превышающими число элементарных частиц в известной Вселенной. Эта сеть способна генерировать целостные состояния – «кадры сознания» – с частотой примерно 2 Гц, что на порядки меньше тактовых частот современных компьютеров. Однако сами эти состояния характеризуются огромной интегральной сложностью. Человеческий

мозг – лучшее из известных интеллектуальных устройств. Он умеет работать в сильно зашумлённой среде, обладает уникальными способностями к когнитивному развитию, адаптивному обучению, категоризации, ассоциативности, мышлению, языку и сознанию, затрачивая на всё это лишь около 20 ватт.

Сравнение физических характеристик мозга человека и современных суперкомпьютеров показывает различия в принципах их операций. Несколько слов об этих различиях.

Биологическая нейронная сеть не устроена регулярно и инвариантно. Формирование мозга, в отличие от построения компьютерных устройств, осуществляется по принципам селекции, а не инструкции. В развитие биологической нейронной сети закладывается избыток нервных клеток и связей, значительная часть которых отмирает в ходе операций.

Ещё одно фундаментальное различие: компьютеры оперируют как цифровые системы, тогда как мозг работает по аналоговым принципам. В биологических нейронных сетях не существует логических операций – группы нервных клеток не осуществляют вычисления, не работают как машины Тьюринга. Они коррелируют свою активность, распознавая паттерны сигналов от никем предварительно не размеченного внешнего мира.

На преодоление части этих различий и было направлено создание искусственных нейронных сетей. Однако здесь важно иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, их физическим носителем являются компьютеры, оперирующие как машины Тьюринга. Во-вторых, при сопоставлении искусственных и естественных нейронных сетей можно попасть в терминологические ловушки. Для искусственных нейронных сетей существуют понятия нейронов, импульсов, обучения памяти. Но все эти понятия в большинстве случаев имеют мало общего с аналогичными понятиями из области нейробиологии. В результате термин «искусственный интеллект», ассоциируемый с искусственными нейронными сетями и машинным обучением, оказался перегружен метафорическими значениями, у которых нет соответствия в биологических нервных системах.

Между нынешними версиями искусственного интеллекта и мозгом человека существует непреодолимая дистанция. Пока искусственный интеллект пасует перед здравым смыслом и пониманием того, как устроен мир.

Учитывая это, основатель Apple Стив Возняк предложил использовать для машинного интеллекта так называемый кофейный тест. Робот должен войти в незнакомую квартиру, найти кофе-

варку, налить в нее воды, достать чашку и приготовить кофе. Несмотря на некоторую несерьезность этого теста, он очень непрост, и пока ни одна из искусственных систем не прошла эту проверку.

Когда Стив Возняк был в Московском университете, его спросили о возможностях искусственного интеллекта. Он ответил: «Компьютеры не задумываются, как лучше решить ту или иную задачу. Они ждут инструкции, приказа. Почему? Потому что мы не знаем, как работает человеческий мозг, как работает наше сознание. <...> И по-прежнему нужно девять месяцев, для того чтобы появился мозг человека».

Как сказал нобелевский лауреат Джеймс Уотсон, «мозг – последний и величайший рубеж, наиболее сложная вещь из тех, которые мы пока обнаружили во Вселенной».

Именно университеты должны взять этот рубеж в ходе комплексных междисциплинарных исследований – понадобятся биологи и химики, математики и информатики, психологи и филологи, социологи и философы.

Второй вызов, о котором я хотел бы сказать, – **экологический**.

Он связан с состоянием нашей биосферы, проблемой ресурсного обеспечения человечества.

И здесь я хотел бы обратить внимание на такой факт. Раньше люди думали **о будущем** с надеждой и оптимизмом. О будущем **мечтали**. «Светлое будущее» – этот штамп в нашем языке говорит сам за себя. Сегодня не так. Многие думают о будущем **с опаской**.

С одной стороны, мы слышим оптимистические, хотя вряд ли обоснованные прогнозы о вытеснении и замене человека, в том числе преподавателя, искусственным интеллектом. С другой – как сказано, например, в последнем докладе Римского клуба, «более глубокой и системной проблемой является оглушающая скорость технологического развития, которое легко может выйти из-под контроля... Многие чувствуют, что у «прогресса» есть страшные стороны и что джин, может быть, уже выпущен из бутылки».

Есть и ещё одна причина глубокой тревоги, связанной с будущим. Она не столь очевидна, как достижения высоких технологий. Но специалисты говорят об этом давно.

В самом начале XX века, в 1904 году, в стенах Московского университета академик Владимир Иванович **Вернадский** сказал, что человек стал основной геологообразующей силой планеты. Он предупредил и о том, что человеку, чтобы сохранить себя в биосфере, придётся взять ответственность за судьбы не только общества, но и био-

сферы в целом. Развивая идеи В. И. Вернадского, академик Никита Николаевич **Моисеев**, глубоко изучавший проблему взаимодействия человека и окружающей среды, подвёл неутешительный итог. Цитирую: «Мы постепенно начинаем осознавать, что общество стоит на пороге катастрофы, требующей перестройки всех оснований планетарного бытия. Я думаю даже, что мы находимся в преддверии смены характера самой эволюции биологического вида *homo sapiens*».

В 1972 году был опубликован доклад «Пределы роста», посвящённый проблеме ограниченности ресурсов планеты. Это был первый доклад Римского клуба – организации, занимающейся проблемами экологии, гармонизации отношений человека и биосферы. Одно из его заседаний прошло в 2000 году в Московском университете, тогда я был даже принят ассоциированным членом.

Последний, 2018 года, доклад Римского клуба называется «Come on! Капитализм, близорукость, население и разрушение планеты». Название вполне раскрывает смысл доклада. Приведу небольшую выдержку. «Все мы знаем, что **мир находится в кризисе**. ...на Земле за последние 150 лет истощилась почти половина плодородных земель. Устойчивость климата в серьёзной опасности, на Земле начался шестой период массового вымирания видов».

Огромную роль в сохранении биосферы, биоразнообразия на нашей планете играет **Мировой океан** – колыбель и источник жизни. В его глубинах тоже скрыт глобальный вызов человечеству. Мировой океан играет огромную роль в формировании климата и является источником продовольствия. Благодаря ему человечество на 20 % обеспечивает себя белками животного происхождения. Это во многом поможет решить продовольственные задачи XXI века. Пресная вода становится важнейшим ресурсом, которого катастрофически не хватает человечеству. Отсюда риски вплоть до военных конфликтов. Для многих стран опреснение морской воды, очень энергозатратное и дорогое, станет единственным источником питьевой воды. Моря и океаны – источники ценного сырья и топлива. Сама морская вода – это богатство, в котором растворена вся таблица Менделеева. Со дна океана добываются многие минеральные ресурсы, в том числе треть от общего объёма извлекаемых нефти и газа. Освоение этих ресурсов в XXI веке способно решить проблемы сырьевого обеспечения человеческой цивилизации на ближайшие сто и более лет. Энергетический потенциал океана практически неисчерпаем: это возобновляемый источник энергии. По потенциальным запасам приливной

энергии Россия занимает одно из первых мест в мире. Океан огромен и полон тайн, мы пока что едва заглянули в него. По некоторым оценкам, мы исследовали всего 5–7 % океанского дна. Если на Луне побывали 12 человек, то в самой глубокой впадине Мирового океана – Марианской, где давление достигает 1100 атмосфер, – всего 3. До сих пор мы точно не знаем, как образуются одиночные «волны-убийцы» – солитоны высотой до 30 метров, которые способны разрушить любое судно или морскую платформу, хотя математики и смоделировали распространение этих волн.

Человечество имеет представление лишь о малой части наших океанических родственников; описано, вероятно, около 10 % из более чем двух миллионов видов морских организмов. Есть опасения, что многие виды исчезнут до того, как мы успеем их обнаружить и описать, в связи с изменениями морской среды: глобальным потеплением и загрязнением.

Изучение океана и освоение его богатств требует подготовки широкого круга специалистов: морских биологов, геологов, физиков, химиков, климатологов, картографов, геополитиков, юристов, создателей математических моделей океана, судостроителей и судоводителей, операторов подводной робототехники и многих других. Университеты должны быть готовы к решению сложных задач, которые встают в связи с необходимостью использования ресурсов океана, и учить бережному отношению к «голубой стихии», чтобы и будущие поколения могли наслаждаться её первозданной красотой.

Я сказал о рисках для экологии и биосферы. Теперь о вызовах самому **человеку**: о его **здоровье, о медицине**.

Сократу приписывают фразу: «Я знаю, что ничего не знаю». Прошло 25 веков; наука, кажется, достигла невероятных успехов. А между тем окружающий мир и, главное, сам человек изучены далеко не так основательно и глубоко, как нам хотелось бы.

В конце XX века выдающиеся биологи Голденфельд и Каданофф сопоставили простоту законов физики и сложность процессов жизни. И вот к чему они пришли. Физический мир живёт по законам физики, которые можно выразить дифференциальными уравнениями – либо обыкновенными, либо с частными производными.

За рамками физических процессов человек видит мир удивительной сложности. Столетиями учёные описывали законы, которые справедливы во все времена и во всех частях мира, но каждая сложная система, а живые системы именно таковы, отличается от другой. По-видимому,

для сложности нет общих законов. Нильс Бор так сформулировал это положение: «Мы должны были бы убить животное, чтобы установить роль отдельных атомов в его организме, но тогда нет жизни». Минимальная свобода, при которой сохраняется жизнь, скрывает от нас последние тайны. Принцип неопределённости – один из фундаментальных законов физики. В биологии и медицине мы тоже не можем предсказать поведение сложной системы, зная только её компоненты, точно так же, как и изучая сложную систему, мы не можем предсказать, из каких компонентов она состоит. Сложные системы, как правило, нелинейны и с трудом поддаются моделированию.

«Наука, – сказал астрофизик И. С. Шкловский, – это сумма запретов. Нельзя создать вечный двигатель. Нельзя передать сигнал со скоростью большей, чем скорость света в пустоте. Нельзя одновременно измерить координату и скорость электрона».

В биологии и медицине тоже есть свои запреты. Несмотря на впечатляющий прогресс в этой области, ряд запретов, на которые указал, например, академик Е. Д. Свердлов, нельзя обойти: нельзя создать две одинаковые клетки или две одинаковые особи; нельзя победить рак; нельзя победить старость и естественную смерть... На чём основаны эти запретительные законы? В многоклеточном организме эволюция создала систему обновления клеток. В течение жизни в теле человека погибает и вновь образуется более 10 тонн клеток. Это обеспечивает полноценное функционирование и обновление органов и тканей. В то же время каждое деление клеток приводит к накоплению мутаций, и в каждой клетке за время её жизни случайно происходит около 100 мутаций. В другой, сестринской клетке – тоже 100, но других мутаций. Получается, что человек – это мозаика постоянно обновляющихся гетерогенных клеток.

Рак возникает вследствие случайных мутаций, вероятностным образом. И чем успешнее мы будем продлевать жизнь, тем чаще он будет возникать. С каждым годом в развитых странах уменьшается заболеваемость сердечно-сосудистыми болезнями, но не всегда уменьшается, а часто даже повышается частота онкологических заболеваний. Можно минимизировать смертность от рака благодаря созданию лекарственных препаратов, но нельзя искоренить эту болезнь, равно как и диабет, сердечно-сосудистые и другие заболевания.

Нобелевский лауреат Иван Петрович Павлов ещё сто лет назад сказал, что болезни – это не наказание Господне, а лаборатория Создателя,

это биоразнообразие, которое позволяет выжить семье, племени, народу и всем людям. То, что на бытовом уровне воспринимается как дефекты или слабость живой системы, на самом деле программа, созданная эволюцией для выживания популяции.

Как же изучать биологические процессы? Как изучать человека? Научная методология биологической науки сложилась давно. Это наука, «управляемая гипотезами». Сейчас всё большую роль в ней играет анализ больших данных (Big Data). И здесь важно вспомнить предостережение, с которым обращаются к биомедикам математики, физики, философы. «Не измеряйте бульдозеры кварками», – сказали те же Голденфельд и Кадановф. Не думайте, что чем больше мы знаем о частностях, тем лучше поймём сложную систему.

Ламарк, предложивший в XIX веке термин «биология», говорил, что законы физики всеобщие, но в химии есть свои законы, присущие только этой науке. И у биологии тоже свои законы, она требует особого подхода в применении физических и химических законов, математики, приборных исследований. Обратившись к живой природе, мы видим, что там другая вязкость жидкости, неньютоновское движение крови по сосудам, отсутствие свободной воды в клетке, а, следовательно, и другие диффузионные процессы, не совпадающие с теми, которые протекают в водной среде.

В течение всего XX века мы пользовались классической догмой: один ген – один белок – один признак. Оказалось, что в ДНК человека только 2 % структуры подчинено этому закону, а большая часть ДНК не транскрибируема – выполняет какие-то другие, неведомые нам функции. Клетки делятся не только на две симметричные дочерние, но могут и трансдифференцироваться, то есть из одной клетки под влиянием природных регуляторных сигналов может образовываться другой тип клетки с другими функциями и другой морфологией. Эти особенности, требующие специальных подходов, позволяют надеяться на крупнейшие открытия биомедицины в будущем. И на карте генома остаётся ещё много **белых пятен**, хотя функция многих генов известна. Возможно, наше время в будущем назовут временем Великих генетических открытий – по аналогии с Великими географическими. Грядущие годы принесут нам понимание функций всех наших генов.

Всё меньше становится болезней, которые ещё недавно считались неизлечимыми. И в то же время только 15–20 % болезней изучены современной медициной с точки зрения причин возникновения и, следовательно, способов лечения. Около 80 % заболеваний остаются непонятыми.

Врач может только уменьшать страдания или повышать качество жизни пациентов с этими заболеваниями, но не может их вылечить. Чтобы лечить, понимая причину болезни, нужно глубокое медицинское, по-настоящему университетское образование на базе химических, физических, биологических кафедр, в лабораториях. Там студенты учатся работать с молекулами, клетками, животными, тканями, органами, используя весь арсенал химических и физических методов.

Наверное, один из самых загадочных глобальных вызовов – это **Космос**.

Следуя заветам К. Э. Циолковского, человечество всё активнее осваивает околоземное космическое пространство.

Уже перешла в практическую плоскость задача освоения минеральных ресурсов Луны и ряда астероидов. Создание лунной базы и добыча полезных ископаемых на Луне, а также транспортировка небольших астероидов, богатых редкими металлами, – реальные проекты развитых стран, которые будут реализованы в течение ближайших двух десятилетий.

Стремительное развитие нашей цивилизации находится в разительном противоречии с так называемой проблемой молчания Космоса. Эта проблема, то есть отсутствие наблюдаемых проявлений деятельности внеземных цивилизаций, особенно обострилась в последние годы в связи с открытием тысяч экзопланет вокруг других звёзд. Даже у ближайших к нам звёзд – Проксимы Центавра и летящей звезды Барнарда, удалённых от Земли всего на 3–6 световых лет, – обнаружены планеты земного типа. Отсюда следует, что в нашей Галактике есть несколько миллиардов планет с земными массами и температурными режимами, благоприятными для существования жизни земного типа. На некоторых из этих планет могут быть цивилизации на миллионы лет старше нашей.

Почему же мы, несмотря на колоссально возросшие возможности астрономических наблюдений, до сих пор не обнаружили признаки внеземной жизни и внеземных цивилизаций? Неужели мы действительно одиноки во Вселенной? Или, быть может, время существования высокоразвитых цивилизаций – таких, которые могут обмениваться информацией и посещать друг друга, – меньше тысячи лет? Известно, что среднее расстояние между звёздами составляет около тысячи световых лет. Если высокоразвитые цивилизации живут меньше тысячи лет, то они не успеют обмениваться контактами. И это должно послужить предупреждением для нашей цивилизации – предостережением от самоуничтожения.

Волнует учёных и тот установленный факт, что хорошо известная нам барионная форма материи (атомы и молекулы) составляет лишь малую долю (около 4 %) всей материи во Вселенной. Остальные 96 % – это так называемый тёмный сектор: тёмная материя (26 %) и тёмная энергия (70 %). Природа этих невидимых, скрытых форм материи пока остаётся загадкой. Столь огромная мера незнания окружающего нас мира – серьёзный вызов для учёных.

Открытие гравитационных волн от слияния чёрных дыр в двойных системах доказало наличие чёрных дыр во Вселенной и поставило на повестку дня задачу поиска кротовых нор. Кротовые норы, то есть туннели в пространстве-времени, с которыми учёные связывают надежды на создание машины времени, предсказаны теоретически, но пока не открыты. Однако и чёрные дыры полвека тому назад многим казались математической абстракцией, не имеющей отношения к реальности. Даже Эйнштейн, создатель Общей теории относительности, из которой вытекает возможность чёрных дыр, не верил в их существование. А сегодня чёрные дыры заняли своё место среди классических объектов Вселенной – звёзд и галактик. В нашей Галактике **100 миллиардов** звёзд и **100 миллионов** чёрных дыр звёздных масс, а в центре расположена сверхмассивная чёрная дыра массой 4 миллиона солнечных масс. Может быть, и кротовые норы со временем смогут получить свои «права гражданства»?

Разве это не захватывающая перспектива для университетских ученых?

Понимая актуальность освоения космоса, необходимость отвечать на его вызовы, мы в Московском университете недавно создали факультет космических исследований.

После того как почти полвека назад был поставлен вопрос о пределах роста, то есть о необходимости учета многих факторов, связанных с развитием биосферы и обеспечением устойчивого развития, ученые вплотную подошли к проблеме математического **моделирования динамики мирового развития**. Первые такие модели, принадлежащие Форрестеру и Медоузу, продвинули нас в понимании глобальных проблем, однако были сделаны с серьёзным упрощением. Последующие модели были более детальны и конкретны, но за счёт утраты целостности. Суперкомпьютерные технологии в последние десятилетия сделали возможным компьютерное моделирование социальных, в первую очередь экономических процессов. Мы можем моделировать поведение огромного количества агентов: фирм, университетов, школ, институтов и, наконец, людей.

Примером такого моделирования является агент-ориентированная модель поведения коммерческих фирм. С её помощью просчитываются многие экономические процессы. Причём результаты часто оказываются неожиданными с точки зрения обычной логики. В целом компьютерные модели с огромным количеством агентов обещают прорыв в понимании общественных процессов, особенно в понимании зависимости между макро- и микрзакономерностями.

Сегодня многие учёные, в том числе в Московском университете, ведут работы по построению математических моделей мировой динамики. Мы считаем необходимым рассматривать мировую динамику системно, в многообразии различных (демографических, экологических, социально-экономических, политических, культурных) аспектов. При этом по возможности минимизировать количество переменных, чтобы обеспечить прозрачность моделирования, учитывать не только трендовую, но и циклическую динамику, анализировать устойчивость рассматриваемых процессов. И, конечно, использовать суперкомпьютерные вычисления.

Результаты исследований показывают, что на глобальном уровне технологический рывок позволит преодолеть существующие негативные явления в мировой экономике, однако его можно ждать лишь в 2020-х годах. Текущая кризисная ситуация связана с окончанием пятого кондратьевского цикла. Улучшение соответствует повышательной волне следующего, шестого цикла.

На основе теории длинных волн и технологических укладов уже сделаны прогнозы технологического развития до 2050 года. По нашему мнению, ведущими технологическими направлениями станут медицина, био- и нанотехнологии, робототехника, информационные, аддитивные и когнитивные технологии. Формирование нового технологического уклада завершится в 2030–2040-х годах.

С прогнозированием связан ещё один важный вызов системе образования. Работодатели часто предъявляют претензии высшей школе: по их мнению, мы готовим не так и не тех специалистов. Есть вопросы и у государства, у общества: «На что тратятся бюджетные деньги?» Но ни работодатели, ни государство, ни общество в целом не могут сказать, какие знания, какие компетенции будут необходимы выпускнику, например, через 10–15 лет. Вызов в том, что системе образования приходится работать в условиях **неполной определённости** компетенций.

Будущее – одна из наиболее часто обсуждаемых тем. Специалисты не только строят самые

разные прогнозы, модели, форсайты. Говорят даже о буме форсайтов. В чём дело? Возможно, в том, что мир, жизнь вокруг нас меняются с головокружительной скоростью. Порой кажется, что будущее придёт раньше, чем мы окажемся к нему готовы. Готовы ли мы, люди, к будущему?

В известной коллективной монографии «Культура имеет значение», среди авторов которой – Хантингтон, Фукуяма, Харрисон, подчёркивается, что глобальная экономика XXI века, открывающая «беспрецедентные возможности для обеспечения процветания по всему миру», «повсеместно несёт в себе потенциальную угрозу устоявшимся культурным традициям».

«Все прогрессы бесчеловечны, если рушится человек», – сказал наш поэт Андрей Вознесенский. Чтобы преодолеть глобальный кризис морали, наступление массовой культуры, необходимо развитие **гуманитарного образования**. Гуманитарное знание развивает в человеке человечность, духовные ценности, составляющие нравственный стержень культуры. Родной язык, история своей страны, культурно-исторические традиции – одним словом, национальное самосознание должно лежать на той чаше весов, которая уравновесит глобализацию. Над всеми нами одно, одно на всех, звёздное небо, то самое, которое – вспомним слова Канта – наполняет нас удивлением и благоговением. И тем же взглядом,

что и Кант, мы смотрим на человека с его нравственным законом, с его культурно-исторической неповторимостью.

Я хотел бы закончить доклад **гимном университетам** – этим удивительным изобретениям человеческой цивилизации. Тысячу лет они неустанно, непрерывно – ибо мысль не остановить – ведут человечество вперёд: раздвигают границы познания, изменяют к лучшему мир вокруг нас и нас в этом мире, приносят радость научного творчества и человеческого общения. В университете для нас открывается мир и человек: звёздное небо над нами и моральный закон внутри нас. И мы с вами – и те, кто присутствует в этом зале, и те, кто в разных странах, на разных континентах делает наше общее, университетское дело, – мы все в ответе и за звёздное небо, и за моральный закон, за мир и за человека. Мы готовы к этой ответственности, она нам по плечу. У нас есть знания и опыт, желание работать вместе. У нас есть замечательная, талантливая и целеустремлённая молодёжь. Всё, что нужно для успеха.

Завершая выступление, я позволю себе привести цитату из Указа об основании Московского университета, хотя ясно, что это всеобщая, я бы сказал, университетская заповедь, университетский закон: «Всякое добро происходит от просвещённого разума, а, напротив того, зло искореняется».

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Садовничий В. А., ректор, президент Российского союза ректоров, президент Евразийской Ассоциации университетов, академик РАН

Moscow State University named after M. V. Lomonosov

Sadovnichy V. A., Rector, President of Russian Rectors Union, President of the Eurasian Association of Universities, Academician of Russian Academy of Sciences