

Понятие проектов класса «мегасайенс» на примере установок ИТЭР и ФАИР¹

Аннотация. Международные научные проекты, направленные на создание и эксплуатацию установок класса «мегасайенс», а соответственно, на получение прорывных, инновационных научных результатов, имеющих общемировое значение, именуются проектами класса «мегасайенс». В настоящее время в мире реализуется несколько крупномасштабных проектов класса «мегасайенс», каждый из которых направлен на решение глобального вызова, стоящего перед человечеством. Следующий качественный этап развития цивилизации невозможен без устранения препятствующих такому поступательному движению узких мест. Одними из наиболее актуальных проблем общемирового масштаба являются повышение энергоэффективности и выработка технологий по получению и использованию альтернативных возобновляемых источников электрической и тепловой энергии, а также получение новых знаний о строении материи и эволюции Вселенной от Большого взрыва до настоящего времени. Решить данные проблемы призваны мегасайенс-проекты ИТЭР и ФАИР, важную роль в финансировании и технической реализации которых играет Российская Федерация.

Ключевые слова: фундаментальные научные исследования, инновации, мегасайенс, уникальные научные установки, ИТЭР, ФАИР.

DOI: 10.17803/1994-1471.2019.102.5.205-213

Реализуя регулирующую функцию публичных финансов, государство в современном обществе воздействует на экономику, стимулируя или, напротив, замедляя развитие определенных ее сфер и отраслей. Регулирующие механизмы экономических процессов в государстве в совокупности являются содержанием финансовой политики государства.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-15036 мк «Модели правового регулирования уникальных научных установок класса «мегасайенс» на национальном и международном уровнях в условиях технологического развития Российской Федерации».

© Горлова Е. Н., Ткаченко Р. В., 2019

* Горлова Елена Николаевна, кандидат юридических наук, доцент кафедры финансового права Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)
gorlova_en@mail.ru

125993, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 9

** Ткаченко Роман Владимирович, кандидат юридических наук, доцент кафедры финансового права Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)

kfp@msal.ru

125993, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 9

В современных условиях основы государственной финансовой политики определяются стратегическими целями развития России. Среди таких целей особое место занимает ликвидация технологического отставания страны, в том числе путем ее прорывного научно-технического развития.

Как подчеркнул Президент Российской Федерации В. В. Путин в Послании Федеральному Собранию РФ от 1 марта 2018 г., «в мире сегодня накапливается громадный технологический потенциал, который позволяет совершить настоящий рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления. Насколько эффективно мы сможем использовать колоссальные возможности технологической революции, как ответим на ее вызов, зависит только от нас. И в этом смысле ближайшие годы станут решающими для будущего страны... Технологическое отставание, зависимость означают снижение безопасности и экономических возможностей страны, а в результате — потерю суверенитета»².

В соответствии с п. 2 Указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», наука является одним из приоритетных направлений реализации национальных проектов для достижения стратегических целей Российской Федерации на период 2018—2024 гг.

Перед Правительством РФ поставлены задачи к 2024 г. обеспечить присутствие Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития. В Российской Федерации должна быть обеспечена привлекательность работы для российских и зарубежных ведущих ученых и молодых перспективных исследователей. Государство намерено обеспечить опережающее увеличение внутренних затрат на научные исследования

и разработки по сравнению с ростом валового внутреннего продукта страны.

В качестве ключевой задачи, на реализацию которой направлена государственная программа в сфере науки в упомянутом Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г., устанавливается создание передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, инновационной деятельности, включая создание и развитие сети уникальных научных установок класса «мегасайенс».

Пунктом 2.2.2 Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года, утвержденных Правительством РФ 29 сентября 2018 г., установлено, что в целях развития современной инфраструктуры для исследований и разработок будет начато проведение международных исследований на уникальных научных установках класса «мегасайенс» в Международном центре нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора ПИК, Комплексе сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов НИКА, источнике синхротронного излучения 4-го поколения ИССИ-4 (первый этап), Сибирском кольцевом источнике фотонов СКИФ (первый этап).

Примечательно, что действующее законодательство Российской Федерации не содержит определения категории уникальной научной установки класса «мегасайенс». Вместе с тем направленность на цифровую, инновационную социально ориентированную модель развития экономики России предопределяет всестороннее рассмотрение правовых и социально-экономических аспектов и проблем взаимоотношений публичных субъектов права и иных участников гражданского оборота при реализации проектов класса «мегасайенс», которые должны быть в самое ближайшее время урегулированы в нормах российского права.

Согласно ст. 2 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», под уникальной научной установкой понимается

² Послание Президента РФ В. В. Путина Федеральному Собранию РФ от 1 марта 2018 г. // URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/56957> (дата обращения: 15.12.2018).

функционирующий как единое целое комплекс научного оборудования:

- а) созданный организацией, осуществляющей научную или научно-техническую деятельность;
- б) имеющий своей основной целью получение научных результатов, достижение которых невозможно при использовании другого оборудования;
- в) не имеющий аналогов в Российской Федерации, в связи с чем востребованный иными организациями, реализующими научные или научно-технические проекты.

Анализ существующих и проектируемых уникальных научных установок класса «мегасайенс» (далее — установки «мегасайенс») дает возможность описать признаки данной категории и сформулировать его понятие.

Во-первых, установки «мегасайенс» являются крупными уникальными научными комплексами, в рамках которых проводятся фундаментальные экспериментальные научные исследования, направленные на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды.

Во-вторых, функционирование установок «мегасайенс» направлено на получение прорывных инноваций и технологий, решающих или способствующих решению какой-либо глобальной, общемировой проблемы, а соответственно, являющихся условием дальнейшего развития мирового сообщества, человечества в целом.

В-третьих, учитывая планетарный масштаб получаемых при помощи установок «мегасайенс» научных и научно-технических результатов, в реализации проектов класса «мегасайенс» заинтересовано все мировое сообщество, а деятельность по созданию и эксплуатации установок «мегасайенс» является предметом международного сотрудничества стран, обладающих соответствующими ресурсами или экспертизой.

В-четвертых, необходимость международного участия в реализации проектов класса «мегасайенс» продиктована не только масштабностью задач функционирования установок «мегасайенс», но и высокой стоимостью, капи-

талоемкостью данных установок, а также уникальностью и ограниченностью ресурсов, в том числе интеллектуальных ресурсов и технологий, используемых при создании и эксплуатации подобных проектов. С недостаточностью человеческих ресурсов в данной сфере и уникальностью получаемых в процессе реализации проектов «мегасайенс» научных знаний связана еще одна важная сопутствующая функция установок «мегасайенс» — образовательная. Как правило, на базе проектов класса «мегасайенс» создается образовательная инфраструктура, преследующая цель обучать специализированные кадры, занятые в дальнейшей реализации проектов класса «мегасайенс».

Наконец, совместная деятельность разных стран и вкладываемые ими в проекты класса «мегасайенс» ресурсы приводят к созданию единых комплексов научного оборудования, не имеющих аналогов ни в одной стране в мире. Это действительно уникальные установки, единственные в своем роде. Исключительно при помощи данных комплексов научного оборудования могут быть получены целевые научные результаты (знания, технология, продукция). Примечательно, что такие результаты невозможно воспроизвести с применением иного оборудования.

Таким образом, **уникальная научная установка класса «мегасайенс»** представляет собой не имеющий мировых аналогов единый системный комплекс научного оборудования, созданный с привлечением ресурсов международного сотрудничества в целях получения научных результатов, содержащих фундаментальные прорывные знания, технологии или решения, имеющие общемировое значение, достижение которых невозможно при использовании иных комплексов оборудования.

Международные научные проекты, направленные на создание и эксплуатацию установок «мегасайенс», а соответственно, на получение прорывных, инновационных научных результатов, имеющих общемировое значение, именуются **проектами класса «мегасайенс»**.

В настоящее время в мире реализуется несколько крупномасштабных проектов класса «мегасайенс» (далее — мегасайенс-проекты),

каждый из которых направлен на решение глобального вызова, стоящего перед человечеством. Следующий качественный этап развития цивилизации невозможен без устранения препятствующих такому поступательному движению узких мест.

Одной из наиболее актуальных проблем общемирового масштаба является повышение энергоэффективности и выработка технологий по получению и использованию альтернативных возобновляемых источников электрической и тепловой энергии. Основным фактором, способствующим активнейшему развитию данной сферы, является непрерывный значительный рост потребления энергии человечеством в условиях увеличивающихся в геометрической прогрессии потребностей в тепловой и электрической энергии и с нелинейно снижающимися мировыми запасами нефти и газа (дефицит данных полезных ископаемых может быть ощутим в диапазоне 50 лет).

До последнего времени рост мирового расхода энергии обеспечивался за счет ее производства атомными станциями. Доля вырабатываемой ими энергии в энергетике разных стран неуклонно растет и позволяет обеспечивать соответствующие потребности населения. Например, во Франции 71,6 % вырабатываемой электрической энергии приходится на атомную энергию. В других странах данный показатель также существенен: 55,1 % на Украине, 39,6 % в Швеции, 20 % в США³. В Российской Федерации 17,8 % электрической энергии вырабатывается атомными электростанциями.

С функционированием атомных станций связан ряд проблем, прежде всего в экологической сфере и сфере техногенной безопасности, что, безусловно, влечет за собой увеличение затрат

на производство энергии. Так, например, указанные выше причины побудили Японию после аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. полностью приостановить эксплуатацию атомных реакторов, вырабатывавших 30 % энергии в стране⁴ (сейчас из 42 японских атомных реакторов функционируют только 5, обеспечивающих около 3,6 % энергетических потребностей Японии).

Кроме того, в современных условиях производство энергии на атомных станциях не является высокотехнологичным. Сегодня ученые всего мира работают над рядом инновационных⁵ проектов в области энергетики, направленных на существенное снижение рисков, связанных с получением атомной энергии, с одновременным ростом энерговыделения.

Одним из таких мегапроектов является мега-сайенс-проект — единственный в мире **международный экспериментальный термоядерный реактор — ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor** (далее — ИТЭР), который фактически представляет собой наиважнейшую веху для мирового сообщества на пути освоения термоядерной энергии (то есть энергии, получаемой на основе термоядерного синтеза).

Известно, что в долгосрочной перспективе термоядерная энергия имеет потенциал практически неисчерпаемого, экологически безопасного и экономически конкурентоспособного источника энергии. Мега-сайенс-проект ИТЭР станет первой термоядерной установкой фундаментальной науки, вырабатывающей тепловую энергию в промышленных масштабах на уровне промышленной электростанции, а также основной мировой площадкой для проведения дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области термоядерной энергии.

³ Данные официальной статистики за 2017 г., опубликованной Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) на сайте организации: <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/NuclearShareofElectricityGeneration.aspx> (дата обращения: 15.12.2018).

⁴ Анализ стратегии Японии в области атомной энергетики см. на сайте журнала The Guardian: <https://www.theguardian.com/world/2012/may/05/japan-shuts-down-last-nuclear-reactor> (дата обращения: 15.12.2018).

⁵ Под инновацией понимается введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях (ст. 2 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»).

Создание ИТЭР было инициировано СССР в 1985 г. Этот мегасайенс-проект начался с обсуждения возможности строительства термоядерной установки «Токамак» (Тороидальная камера с магнитными катушками) нового поколения силами ведущих развитых мировых держав. Концептуальное проектирование ИТЭР было завершено в 1990 г., а еще через восемь лет, в 1998 г., странам-партнерам был представлен первичный технический проект установки. После долгих обсуждений, доработок и пересмотра многих параметров полностью интегрированный инженерно-технический проект реактора ИТЭР, предназначенного для использования термоядерного синтеза как источника энергии, был утвержден под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) в 2001 г. Примечательно, что только в России над проектированием мегасайенс-установки ИТЭР работало более 200 научно-исследовательских институтов и учреждений.

В июне 2005 г. стороны одобрили место для строительства установки «мегасайенс» — город Кадараш, Франция. Строительные и конструкторские работы, начатые в 2006 г., изначально планировались к завершению 2016 г. Однако ввиду технических и финансовых сложностей сроки ввода объекта в эксплуатацию несколько раз переносились. В 2015 г. был определен новый срок завершения строительно-конструкторских работ и получения первой плазмы — 2025 г.⁶

Безусловно, долгосрочность данного мегасайенс-проекта обусловлена его крупномасштабностью и огромной капиталоемкостью. Бюджет проекта до даты запуска по разным оценкам может составить от 15 до 19 млрд евро, хотя изначально на ИТЭР планировалось потратить не более 5 млрд евро. Такой нелинейный рост затрат связан прежде всего с очевидной сложностью конструируемого оборудования,

доработка которого ведется параллельно с изготовлением⁷.

ИТЭР является продуктом коллаборации лучших технологических предприятий мира, которые впервые создают уникальный комплекс оборудования на принципиально новом (выше мирового) уровне ноу-хау и технологий. Очевидно, что цель мегасайенс-проекта ИТЭР может быть достигнута только в рамках совместной международной исследовательской программы, предполагающей объединение научных и технологических ресурсов стран-участников, их ведущих ученых и исследователей.

Базовыми документами, устанавливающими правовой статус мегасайенс-проекта ИТЭР, являются Соглашение о создании Международной организации ИТЭР по термоядерной энергии для совместной реализации проекта ИТЭР (далее — Соглашение) и Соглашение о привилегиях и об иммунитетах Международной организации ИТЭР по термоядерной энергии для совместной реализации проекта ИТЭР (далее — Соглашение о привилегиях), подписанные в Париже 21 ноября 2006 г.⁸ Согласно С. 2 Соглашения, главной задачей ИТЭР является достижение устойчивого производства термоядерной энергии, демонстрация научной и технологической возможности применения этой энергии в мирных целях.

В соответствии со ст. 4 Соглашения, партнерами ИТЭР являются Европейский Союз, Индия, Китай, Корея, Россия, США и Япония. Создание данной установки «мегасайенс» было бы невозможно без международного сотрудничества, объединения финансового, технологического научного, интеллектуального потенциалов ведущих мировых держав. Для реализации проекта партнеры создали Международную организацию ИТЭР по термоядерной энергии, штаб-квартира которой находится в Сен-Поль-ле-Дюрансе (департамент Буш-дю-Рон, Франция).

⁶ Проект ИТЭР на сайте журнала Science: <https://www.sciencemag.org/news/2015/11/iter-fusion-project-take-least-6-years-longer-planned> (дата обращения: 15.12.2018).

⁷ Например, изначально внутренние стенки «Токамака» планировалось выложить пластинами из вольфрама. После ряда экспериментов и тестов было установлено, что при температуре, превышающей на протяжении длительного времени 1 млн °С, вольфрам неустойчив. Вольфрамовые стенки реактора были укреплены тритием.

⁸ Ратифицированы в соответствии с Федеральным законом от 19 июля 2007 г. № 143-ФЗ.

Примечательно, что на территории стран — партнеров Организации ИТЭР проживает более половины населения Земли. Доля партнеров ИТЭР в мировом ВВП превышает 80 %.

В статье 8 Соглашения указаны основные принципы финансирования мегасайенс-проекта ИТЭР и распределения расходов между партнерами проекта. Вклады могут быть внесены партнерами в денежной или натуральной форме. Доля ЕС в затратах проекта составляет 45 % (5/11), доля Японии — 2/11. Остальные стороны участвуют в расходах на реализацию проекта на 1/11 (9,1 %).

Партнеры получают равный доступ к информации и данным (big data), а также приобретают равные права на изобретения, ноу-хау и технологии, полученные в ходе реализации мегасайенс-проекта ИТЭР. Коммерческие доходы, получаемые в ходе использования установки ИТЭР и полученных технологий, распределяются между партнерами соразмерно их вкладам.

Реализация мегасайенс-проекта ИТЭР была бы невозможна без участия Российской Федерации — одного из мировых лидеров современной ядерной индустрии⁹. Вклад в ИТЭР (9,1 %) Россия осуществляет в натуральной форме, путем изготовления и поставки оборудования — 25 различных систем для установки ИТЭР, в том числе гиротроны.

Финансирование программы участия Российской Федерации в ИТЭР осуществляется за счет средств федерального бюджета. Согласно п. 2 распоряжения Правительства РФ от 4 сентября 2006 г. № 1234-р «О подписании Соглашения о создании Международной организации ИТЭР по термоядерной энергии для совместной реализации проекта ИТЭР и других международных договоров, направленных на реализацию указанного Соглашения», Росатом и Минфин России при формировании проекта федерального бюджета на соответствующий год должны предусматривать средства на обеспечение финансовых обязательств России перед Международной

организацией ИТЭР по термоядерной энергии, в том числе на уплату взноса Российской Федерации в бюджет указанной организации, а также на изготовление и поставку оборудования для реализации проекта ИТЭР.

После выхода на полную экспериментальную мощность установка ИТЭР будет вырабатывать 500 мВт энергии, что соответствует мощности пяти самых современных атомных реакторов четвертого поколения.

Значение мегасайенс-проекта ИТЭР сложно переоценить, поскольку его функционирование фактически будет означать создание новой мировой термоядерной промышленности, энергетики будущего, имеющей неисчерпаемые источники энергии.

В настоящее время в городе Дармштадт, Германия, строится **международный ускорительный комплекс ФАИР (FAIR — Facility for Antiproton and Ion Research — Центр по исследованию ионов и антипротонов)**, один из крупнейших исследовательских проектов в мире. На территории около 150 000 кв. м в настоящее время строятся 20 зданий. Некоторые из строительных конструкций достигают глубины 17 м ниже уровня земли, высоты 20 м над поверхностью земли и содержат до 6 этажей. Среди них подземный ускорительный тоннель с окружностью 1 100 м и другие уникальные сооружения для высокотехнологичных исследований.

Это многонациональный проект: около 3 000 ученых более чем из 50 стран мира уже работают над планированием и реализацией его научной программы и экспериментальной базы.

4 октября 2010 г. представителями девяти стран: Финляндии, Франции, Германии, Индии, Польши, Румынии, России, Словении и Швеции — была подписана международная Конвенция о сооружении и эксплуатации Центра по исследованию ионов и антипротонов в Европе¹⁰. Великобритания присоединилась к проекту в качестве ассоциированного члена.

⁹ Россия занимает первое место в мире по производству гиротронов — основной комплектующей «Токамака», 2/3 предприятий мировой ядерной промышленности оснащены российскими гиротронами.

¹⁰ Конвенция о сооружении и эксплуатации Центра по исследованию ионов и антипротонов в Европе // Справочно-правовая система «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/420217688> (дата обращения: 15.12.2018).

Сооружение и эксплуатация ФАИР осуществляется компанией с ограниченной ответственностью «Европейский центр по исследованию ионов и антипротонов» (FAIR GmbH) в сотрудничестве с Центром имени Гельмгольца по исследованию тяжелых ионов (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH), действующим в рамках законодательства Федеративной Республики Германия. От России в проекте участвует Государственная корпорация «Росатом».

Основные цели и задачи проекта ФАИР:

1. *Создание и исследование фундаментальных свойств космической материи в лаборатории.* На планетах-гигантах, звездах, а также во время звездных взрывов и столкновений материя подвержена экстремальным условиям, таким как очень высокие температуры, давление и плотность. ФАИР позволит ученым создавать в лабораторных условиях материю, которая обычно существует только в глубине космоса.

2. *Получение новых знаний о строении материи и эволюции Вселенной от Большого взрыва до настоящего времени.* Ученые всего мира смогут проводить эксперименты в параметрической области, недоступной для исследований, проводимых на других установках.

3. *Углубление научного трансграничного и междисциплинарного сотрудничества.* Для реализации проекта ученые и инженеры тесно сотрудничают в командах по всему миру.

Расходы на сооружение Модульной стартовой версии Установки ФАИР оцениваются в 1 027 млн евро, из них финансовые обязательства России составляют 178,05 млн евро.

Россия отвечает за создание многих ключевых компонентов проекта ФАИР, данную работу выполняют научно-исследовательские центры и производственные предприятия. Среди них НИЦ «Курчатовский институт», Объединенный институт ядерных исследований, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН, опытный завод ЭФО АО «НИИЭФА», АО «Чепецкий механический завод» и др.

В настоящее время ключевые правовые аспекты реализации проекта, в том числе осуществление сотрудничества российских научных центров и производственных предприятий с компанией FAIR GmbH, финансирование научных коллабораций российских ученых с учеными других стран — участниц проекта, не урегулированы должным образом. Полагаем, что создание адекватного правового регулирования является необходимым для успешной реализации проекта ФАИР.

В рамках проекта ФАИР будут реализованы 4 группы исследований: NUSTAR, PANDA, CBM и APRA¹¹.

В рамках эксперимента *NUSTAR (Stars and nuclei — звезды и ядра)* ученые будут изучать ядерные реакции, происходящие внутри звезд. С этой целью они создают несколько экспериментальных станций, содержащих различные измерительные приборы. Ключевым инструментом, который будет использоваться для всех экспериментов, является Super Fragment Separator (Super-FRS), своего рода сортировочная машина, которая позволит ученым отсортировать экзотические ядра по заряду и массе. Ниже по течению от Super-FRS будет несколько измерительных станций и накопительных колец. Накопительные кольца смогут захватывать редкие экзотические нуклиды и хранить их сотни миллионов оборотов. Во время каждого оборота ядра могут быть использованы в экспериментах «в кольце», чтобы их не пришлось воссоздавать заново. Решающую роль здесь будет играть специальная система охлаждения пучка, так как она будет поддерживать скорость циркулирующих частиц чрезвычайно постоянной. Это единственный способ исследования подобных процессов с высокой точностью — в настоящее время данная технология недоступна нигде в мире.

В эксперименте *PANDA (Antiproton Annihilation at Darmstadt — антипротонная аннигиляция в Дармштадте)* будет использован эффект аннигиляции частиц и античастиц. Всякий раз, когда частица встречается со своей античастицей, они аннигилируют друг друга во взрыве

¹¹ Проект ФАИР на сайте Центра исследования тяжелых ионов: <https://www.gsi.de/en/researchaccelerators/fair/research.htm> (дата обращения: 15.12.2018).

свободной энергии, из которой могут возникнуть другие, новые частицы. Ученые хотят использовать аннигиляцию частиц-античастиц как способ создания таких частиц и выяснить, какие из них действительно существуют и каковы их свойства.

Ученые планируют использовать эксперимент *CBM* (*Compressed Baryonic Matter* — *сжатая барионная материя*), чтобы выяснить, как материя изменяется при взрыве массивных звезд, оставляющем за собой невероятно плотное центральное ядро — нейтронную звезду. Для этого ученые заставят два тяжелых ядра столкнуться с высокой энергией, так что они будут прижаты друг к другу, образуя чрезвычайно плотный «огненный шар». Он будет слишком мимолетным, чтобы изучать его непосредственно, но последующий взрыв можно наблюдать. Это позволит ученым определить, как ведет себя ядерная материя при чрезвычайно высоких плотностях, например в нейтронных звездах.

Исследования в *APPA* (*атомная физика, физика плазмы и практическое применение*) будут варьироваться от изучения фундаментальных процессов в атомах и макроскопических эффектов в материалах или тканях до применения в инженерных и медицинских целях. Тщательно пристреленные лучи ионов можно использовать для того, чтобы убить клетки опухоли в труднодоступных местах, оставляя окружающие здоровые ткани невредимыми. Исследователи из Центра имени Гельмгольца по исследованию тяжелых ионов (GSI) разработали новаторское лечение рака с использованием ионов. Биофизики также планируют использовать ФАИР для разработки терапии рака с использованием протонов, которые путешествуют со скоростью 98 % от скорости света. Такие сверхбыстрые протоны могли бы не только уничтожать опухоли, но и одновременно использоваться для их отображения с помощью протонной рентгенографии. В результате терапия и диагностика могут быть объединены в «тераностику». Биофизические исследования будут также сосредоточены на других способах медицинского применения, таких как лечение фибрилляции предсердий. В рамках проекта ФАИР ученые бу-

дут генерировать радиацию частиц, подобную обнаруженной в космосе, чтобы экспериментировать с ней. Области исследований также включают изучение того, как клетки реагируют на космические лучи и какие материалы лучше всего выдерживают экстремальные условия космической среды. Эксперименты также позволят ученым-материаловедам экспериментально исследовать, какое влияние оказывает излучение, высокое давление и температура на минералы. Исследователи могут моделировать такие геологические процессы, бомбардируя минералы в ячейках высокого давления ионами высоких энергий. Ученые проверят важную фундаментальную теорию физики: квантовую электродинамику (КЭД). Атомные физики также хотят использовать ФАИР, чтобы помочь решить одну из самых больших загадок физики — ведут ли материя и антиматерия себя одинаково. Другими словами, они надеются определить, всегда ли соблюдается фундаментальная симметрия Вселенной — что антиматерия является точным зеркальным отражением материи. В рамках проекта исследователи создадут особенно плотную плазму, как внутри планет и звезд. Результаты плазменных исследований также интересны для многих практических применений. Например, плазма играет определенную роль в обработке материалов, очистке поверхностей и производстве микроскопических электронных компонентов. Лазерно генерируемая плазма также создает перспективные новые технологии для будущих ускорителей частиц.

Таким образом, реализация проекта ФАИР позволит решить целый ряд практических задач. Создание таких технически сложных, принципиально новых устройств и экспериментов, образующих уникальную научную установку «мега-сайенс», требует объединения усилий многих стран, научных институтов и компаний. Кроме того, данная деятельность порождает необходимость дальнейшего правового регулирования в указанной уникальной научной сфере, включая регулирование вопросов финансирования, налогообложения, заключения гражданско-правовых договоров и ряд других аспектов.

Материал поступил в редакцию 15 декабря 2018 г.

THE CONCEPT OF «MEGASCIENCE» CLASS PROJECTS: THE CASE OF ITER AND FAIR INSTALLATIONS¹²

GORLOVA Elena Nikolaevna, PhD in Law, Associate Professor of the Department of Financial Law of the Kutafin Moscow State Law University (MSAL)
gorlova_en@mail.ru
125993, Russia, Moscow, ul. Sadovaya-Kudrinskaya, d. 9

TKACHENKO Roman Vladimirovich, PhD in Law, Associate Professor of the Department of Financial Law of the Kutafin Moscow State Law University (MSAL)
kfp@msal.ru
125993, Russia, Moscow, ul. Sadovaya-Kudrinskaya, d. 9

Abstract. *International scientific projects aimed at the creation and operation of megascience class facilities and, accordingly, at obtaining breakthrough, innovative scientific results of global significance are called megascience class projects. Currently, there are several large-scale megascience projects in the world, each of which is aimed at addressing the global challenge facing humanity. The next qualitative stage in the development of civilization is impossible without the elimination of bottlenecks that prevent such a progressive movement. One of the most pressing global problems is to increase energy efficiency and develop technologies for obtaining and using alternative renewable sources of electric and thermal energy, as well as gaining new knowledge about the structure of matter and the evolution of the Universe from the Big Bang to the present. The megascience projects of ITER and FAIR are called to solve these problems, an important role in the financing and technical implementation of which is played by the Russian Federation.*

Keywords: *basic research, innovation, megascience, unique scientific installations, ITER, FAIR.*

¹² The study is carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the research project No. 18-29-15036 mk «Models of legal regulation of unique scientific installations of the megascience class at the national and international levels in the conditions of technological development of the Russian Federation.