

## Предложения экспертов

по формированию комплексного подхода к совершенствованию существующих производственных процессов, разработке и внедрению новейших технологий в целях снижения «углеродного следа», устойчивого развития российской экономики, повышения конкурентоспособности продукции

№ п/п	Угрозы негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	Методические подходы к оценке и уменьшению воздействия углеродного следа	Научно-технологическое направление уменьшения воздействия углеродного следа	Название планируемых новых («чистых») технологий уменьшения негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	Год внедрения	Предложения по разработчику технологий, методик
1	2	3	4	5	6	7
<b>Энергетика</b>						
1	Значительный углеродный след при сжигании органических топлив для выработки энергии	Расширение использования генерирующих мощностей, не использующих первичные органические топлива: солнечной, ветровой энергетики	Снижение зависимости солнечной и ветровой энергетики от времени суток, сезона, случайных факторов. Организация умных сетей (Smart Grids) и распределенной территориально генерации. Автоматизированное быстродействующее управление генерирующими устройствами, накопителями энергии, участками электрических сетей, защитами, потребителями	Создание отечественных аппаратно-программных комплексов управления распределенной генерацией и умными сетями. Обеспечение минимального вклада в генерацию источников, работающих на первичном органическом топливе	2023	МИРЭА МИЭТ
2	Протекционистские цели, в определенной мере, перехода Евросоюза и некоторых других стран к безуглеродной экономике по недопущению на свои рынки товаров, произведенных государствами на производствах с «высоким» углеродным следом. У отечественной медицинской промышленности появляются	Подходы к оценке и уменьшению воздействия углеродного следа в России с учетом поглощения углекислого газа её природными экосистемами	Решение проблемы уменьшения углеродного следа Арктики без привлечения зарубежных специалистов, которые могут трактовать полученные результаты не в пользу РФ	Водородная и атомная энергетика	2022	Томский политехнический университет: разработка технологий уменьшения, сбора и использования выбросов метана; разработка

1	2	3	4	5	6	7
	предпосылки увеличения экспортного потенциала, но она вряд ли сможет в ближайшее время расходовать достаточно средств на уменьшение углеродного следа своих производств					технологий водородной и атомной энергетики
3	Выбросы в атмосферу большого количества радиоактивных продуктов распада урана и тория, радионуклидов калия-40, натрия-22, трития и т. д. при работе предприятий топливно-энергетического комплекса, связанных с сжиганием и переработкой углеводородного сырья, особенно каменного угля. При ингаляции населением эти радиоактивные аэрозоли попадают в организм человека, обуславливая риск возникновения радиационно-индуцированных опухолей и лейкозов. Через пищевые цепочки теми же радионуклидами загрязняются почва и воды	Методические подходы к снижению углеродного следа, обусловленного сжиганием углеводородного сырья, за счет перехода экономики к альтернативной энергетике, что позволит уменьшить популяционные дозы облучения населения от техногенного радиационного фона	Основным научно-технологическим направлением уменьшения воздействия радиационной компоненты углеродного следа должно стать поступательное развитие атомной энергетики, которую в этом плане следует считать «чистой» технологией	Развитие атомной энергетики. «Чистые» технологии, связанные с «зеленой энергетикой», пока экономически несостоятельны по сравнению с атомной энергетикой. В условиях экстремальной зимы (на примерах Европы и штата Техас в США) «зеленая» энергетика по своей надежности оказалась неконкурентоспособной с АЭС.	2022–2032	НИИ РАН. Профильные предприятия и научные организации ГК «Росатом». ВУЗы
4	Возможность наложения санкций. Исключение России из мирового сообщества стран с развитой «неуглеродной» экономикой	Развитие атомной энергетики	Новые технологии в этой области – токамаки, управляемая термоядерная реакция. Участие в проекте ITER, термоядерные реакторы – чистая энергия. Электроядерные реакторы. Изготовление небольших реакторов, которые могут питать удаленные поселки в Арктике.	Электроядерные реакторы, необслуживаемые малогабаритные ядерные реакторы с топливом низкого обогащения	2025	НИИ РАН. Профильные предприятия и научные организации ГК «Росатом». ВУЗы
5	Корреляция между изменением	Исследования причинно-	Наиболее эффективным	Максимально возможное	2022–	ГК «Росатом»,

1	2	3	4	5	6	7
	<p>климата в сторону потепления и увеличением содержания углекислого газа (и других соединений углерода) в атмосфере.</p> <p>Наиболее опасным последствием потепления является возможное таяние вечной мерзлоты в Сибири, представляющее собой как экономическую, так и экологическую катастрофу с непредсказуемыми последствиями</p>	<p>следственной связи изменения климата с увеличением содержания углерода в атмосфере, выяснение которой представляет собой первостепенную задачу для всего научного сообщества</p>	<p>направлением представляется атомная энергетика.</p> <p>Обеспечение безопасности как собственно реакторов, так и сопутствующей инфраструктуры.</p> <p>Обеспечение утилизации радиоактивных отходов.</p> <p>Безопасность добычи сырья.</p> <p>Развитие средств доставки и хранения вырабатываемой энергии</p>	<p>снижение выбросов углерода и одновременное сохранение и развитие леса является необходимым условием для долгосрочного развития России</p>	2030	МИФИ, ВНИИЭФ, Росэнергоатом
6	<p>Угроза изменения климата на планете из-за выбросов углекислого газа может в будущем привести к социальным взрывам, что крайне нежелательный сценарий развития событий</p>	<p>Разработка реестра продукции с оценкой «мусороёмкости» продукта (чем больше этот показатель, тем больше будет сказываться углеродный след).</p> <p>Законы по стимулированию «мало мусорообразующих» и повышению налогов на «мусороёмкие» продукты.</p> <p>Регулирование «мусорного углеродного следа» в масштабе планеты</p>	<p>Улавливание выбросов углекислого газа и использовать его для получения конденсированного углеродного сырья с целью широкого использования в отраслях промышленности, строительства, медицине, биотехнологиях, нанотехнологиях.</p> <p>Активное развитие атомной энергетики, особенно быстрых реакторов с возможностью выработки нового топлива в процессе работы, «сжигания высокоактивных продуктов», вовлечение в топливный цикл скопившегося обеднённого урана. Проводя «керамизацию» реактора возможно существенно поднять температуру его эксплуатации и соответственно КПД.</p>	<p>Переход от углеродной энергетики к безуглеродной, с резким увеличением доли атомной энергетики.</p> <p>Разработка керамического реактора на быстрых нейтронах (КРБН) (с широким применением при его разработке композиционных керамических материалов на основе нитрида и карбида кремния)</p>	2035	НИИ и НПО Минпромторга, Росатома, Росприроднадзора
7	<p>Уничтожение биоты – несомненный первоисточник негативного воздействия</p>	<p>Исследование и научное обоснование вредоносности выбросов</p>	<p>Единственной заменой углеводородной энергетике может быть только ядерная</p>	<p>Термоядерный синтез (в пределах минимум одного столетия).</p>	2025	ГК «Росатом» с аффилированными институтами.

1	2	3	4	5	6	7
	углеродного следа. Для России главной задачей представляется сохранение её лесных богатств и ускоренное озеленение	углекислого газа. Научное понимание кругооборота углекислого газа в природе и роли биоты	генерация. Идея подземного захоронения углекислого газа представляется утопической и разрушительной для экономики	Усовершенствование энергетики на основе делящихся материалов (уран, плутоний, торий) и развитие физики реакторов на быстрых нейтронах		
8	Наряду с проблемой углеродного следа и связанного с этим глобального потепления, необходимо учитывать проблему, которая может возникнуть в ближайшие десятилетия – проблему кислородного следа – нехватки кислорода. Особенно, если учесть неконтролируемую вырубку лесов и природные пожары	Исследование и научное обоснование влияния выбросов углекислого газа на глобальное потепление.	Переход на атомную энергию. В ближайшее время не удастся избавиться от углеродных источников энергии. Альтернативная энергетика не всегда оправдана, в частности, зеленая энергетика.	Сегодня и в ближайшем будущем наиболее выгодной является атомная энергетика. В перспективе – реализация термоядерного синтеза, что позволит избавиться от проблем с карбоновым следом	2021–2025	НИИ РАН. Профильные предприятия и научные организации ГК «Росатом». ВУЗы
9	Использование органического топлива при производстве электричества приводит к выбросу диоксида углерода	Ввод новых мощностей электростанций на основе безуглеродных способов производства электроэнергии: АЭС, гидро и ВИЭ	Разработка проектов атомных станций различной мощности	Атомные станции различной мощности	2021–2040	ГК «Росатом», НИЯУ МИФИ
10	Выделение углекислого газа практически всеми химическими, металлургическими и энергетическими процессами	Повышение КПД существующих реакторов атомных электростанций или установок тепло-концентрированного солнечного излучения	Развитие и промышленное внедрение технологий, при которых тепло напрямую преобразуется в электричество	Термоэмиссионный преобразователь энергии (ТЭП) является наиболее эффективным преобразователем тепла в электричество	2021–2030	ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
11	Угроза не только углеродного следа, а всех парниковых газов, в том числе водяного пара	Восстановление лесного покрова, с преимуществом пород деревьев, дающих максимальное альbedo. Анализ безопасных присадок к авиационному топливу для увеличения альbedo в тропопаузе	Геоботаника и ядерная энергетика	Прогрессивные ядерные циклы (в том числе ториевые) и инерциальный термояд в энергетике	2021–2030	ГК «Росатом»

1	2	3	4	5	6	7
12	Нарастающая неустойчивость климата на планете. Парниковый эффект, включающий карбоновый след – это одно из основных негативных явлений.	Математические методы моделирования динамики изменения климата и мониторинга этого изменения. Методы управления климатическими изменениями. Контроль и управление количеством углекислого газа в атмосфере.	Уменьшение воздействия производства и потребления энергии на окружающую среду за счет природоподобного использования зеленых (возобновляемых) источников энергии. Наибольшей энергетической рентабельностью среди перечисленных «чистых» источников энергии на полном жизненном цикле обладает будущая ядерная энергетика. Синергия ядерной и термоядерной энергии – базовый энергоисточник в топливно-энергетическом балансе	Усовершенствованные на полном жизненном цикле гидро-, ветровая, солнечная и ядерная энергетика в гармоничном их сочетании в топливно-энергетическом комплексе с учетом региональных особенностей. Использование в ядерной энергетической системе всего потенциала ядерных материалов, как за счет создания замкнутого топливного цикла с расширенным воспроизводством делящихся изотопов, так и за счет расширения сферы использования ядерных технологий (включая атомно-водородную энергетику, теплоснабжение, опреснение и т.п.)	2022– 2040– 2050	ГК «Росатом» НИЦ «Курчатовский институт»
13	Выбросы углекислого газа в атмосферу способствуют возникновению «парникового эффекта»	Математические методы моделирования динамики изменения климата и мониторинга этого изменения. Методы управления климатическими изменениями	Совершенствование технологий термоядерных реакторов (токамак) и переход от экспериментальных к промышленным образцам. Замена органических видов топлива на крупных ТЭС, твердым топливом. Отказ от большого числа мелких котельных. Внедрение передовых энергоэффективных технологий. Развитие межрегиональной	Создание незамерзающих ветропарков в открытом море и в прибрежных (не меньше чем в 10 км от моря) зонах морей Крайнего Севера, Дальнего Востока, их соединение в единую сеть. Развитие технологии создания токамаков, в которых можно достичь самоподдерживающего синтеза.	2021– 2025	ГК «Росатом»

1	2	3	4	5	6	7
			энергетической инфраструктуры. Энергосбережение	Технология строительства крупных ТЭС, сжигающих твердое топливо в пылеугольных топках или природный газ.		
14	Возможные негативные последствия незначительны. Потепление – это природный периодический процесс, который сменится похолоданием	Исследования и оценки локальных данных наличия или отсутствия положительного эффекта от принятых мер в тех странах, где реально (в разы) уменьшили использование углеводородного топлива	Атомная энергетика и гидроэлектростанции. Электромобили проблемы не решат, т. к. производство аккумуляторов и электрической энергии для их зарядки требует в разы больше энергии, чем экономится на электромобилях. Утилизация вышедших из строя аккумуляторов приведет к критическому загрязнению окружающей среды	Применение водородного топлива, атомной энергетики. Резкое увеличение КПД двигателей внутреннего сгорания и турбин тепловых электростанций	2025	ГК «Росатом», предприятия машиностроительной отрасли
15	Загрязнение воздуха является самым крупным экологическим риском для здоровья. Зависимость между воздействием загрязненного воздуха и сердечно-сосудистыми заболеваниями, раком, респираторными заболеваниями, заболеваниями легких. С загрязнением воздуха в помещениях было связано 4,3 млн смертей в 2017 г. в тех домашних хозяйствах, которые пользуются кухонными плитами на угле, дровах и биомассе. Чрезмерное загрязнение воздуха нередко является побочным результатом нерациональной политики в таких отраслях, как транспорт, энергетика, переработка отходов и	Нормативно-законодательное регулирование (более жесткие нормативы качества воздуха, предельно допустимые выбросы из различных источников). Структурные изменения (например, снижение потребления энергии, особенно энергии, вырабатываемой путем сжигания топлива, изменение способов передвижения, планирование землепользования). Изменения в поведении населения на индивидуальном уровне,	Водородная энергетика и топливные элементы на водороде. Оценки воздействия загрязненного атмосферного воздуха на людей при помощи нового глобального картирования данных. Спутниковые данные, мониторинговые измерения наземного уровня и данные о выбросе загрязняющих веществ из основных источников. Моделирование перемещения загрязняющих веществ в воздухе.	Топливные элементы, обеспечивающие нулевой выброс в процессе получения электричества, например на основе водорода. Эту проблему можно решить с помощью электролиза воды. Водород, полученный путем электролиза, подразделяют на «желтый» и «зеленый»: для производства первого используется атомная энергия, второго – возобновляемые источники энергии. По-настоящему экологичным водородом многие страны признают лишь «зеленый» подвид	2025	Институты химии РАН, ГК Росатом, компании по созданию автомобильных двигателей

1	2	3	4	5	6	7
	промышленность	которые выражаются, например, в использовании экологически чистых способов передвижения или использования бытовых источников энергии				
16	Глобальное антропогенное изменение климата. Увеличение внешнеэкономических рисков из-за ужесточения квотирования выбросов CO <sub>2</sub>	Методические подходы к расчёту выброса CO <sub>2</sub> в пересчёте на изготовление и эксплуатацию конкретного продукта	Развитие водородной энергетики. Развитие нефтехимических технологий и технологий переработки и использования древесины. Новые технологии хранения водорода	Электрогенераторы водорода и водородные топливные элементы Перевод части химических производств от нефти к биополимерам из возобновляемых источников (древесина). Разработка новых технологий химического и сорбционного хранения водорода. Электрохимическое хранение водорода	2022	Курчатовский институт, Московский энергетический институт, Горный университет (Санкт-Петербург), МИТХТ им Ломоносова, РТХТ, химфак МГУ
17	Рост выбросов парниковых газов. Снижение доли выброса в развитых странах Запада компенсируются увеличением выбросов в развивающихся странах, куда, вероятнее всего, будут переведены «грязные» производства. Рост выбросов в городах, что ведет к негативным воздействиям на здоровье человека и увеличению расходов на медицину. Для страны, обладающей большими запасами природного газа и нефти, полностью отказываться от углеводородного топлива	Внедрение технологий водородной энергетики в авиации. Полученные результаты распространить на наземный транспорт. Разработка водородных авиационных топлив и двигателей даст толчок развитию всей водородной энергетики. Переход автоконцернов на альтернативные виды топлива.	Безопасная и долговечная форма водородного топлива, обладающая теплофизическими характеристиками сопоставимыми с авиационным топливом. Уменьшение водородного изнашивания и водородного охрупчивания материалов хранилищ, двигателей и т. д.	Легкое топливо. Замена углеродного топлива на водород. Переход заправочных станций на водородное топливо	2026	МАДИ, МАМИ, Брянский ГТУ, ИМАШ РАН, Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН, РГАТУ

1	2	3	4	5	6	7
	нецелесообразно.					
18	Сжигание большей части природного и попутных газов, сырой нефти, твердого углеродного топлива (угля) предприятиями ТЭК, добывающей и нефтегазохимической промышленности, без переработки, улавливания и утилизации продуктов сгорания и тепла горящего углеводородного сырья	Определение ландшафтного патентного рельефа в динамике и выявление связей для инвестирования государством и частным бизнесом научных и научно-технических, опытно-промышленных и промышленных проектов, в том числе, водородных, как значительно снижающих карбоновую нагрузку на окружающую среду. Создание научных лабораторий и опытно-промышленных коллабораций под водородную энергетику., Создание общенациональной сети производств замкнутого цикла низкоуглеродного водорода различными способами и методами с утилизацией остатков CO <sub>2</sub> без загрязнения атмосферы	Использование водорода как ключевого компонента энергетического перехода путем его постепенного проникновения в различные отрасли промышленности как безуглеродной версии нефти. Развитие научных основ и методов получения водорода без выделения углерода в твердом состоянии и CO <sub>2</sub> посредством механохимического воздействия на природные, попутные газы, в том числе, гидраты перечисленных газов	Мобильная технология получения водорода механохимической активацией природных газов и их гидратов	2023–2025	Институты СО РАН: ИНХ СО РАН и ИХТТМ СО РАН (г. Новосибирск)
19	В области астрономии влияния на качество наблюдений нет, так как современные телескопы находятся вдали от загрязняющих производств. В частности, в Пулковской обсерватории условия неблагоприятны для наблюдений,	Использование оптических астрономических средств для оценки уровня загрязнений (современные лидары могут мониторить карбоновый след до высот	В условиях нашей страны – развитие водородной энергетики	Технологии водородной энергетики	2030	ОИВТ РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РКК «Энергия», ЦНИИСЭТ, РНЦ «Курчатовский институт»



1	2	3	4	5	6	7
	помимо карбонового следа	в десятки километров). Использование инструментов наблюдения, расположенных в астрономических обсерваториях для калибровки инструментов мониторинга				
20	Основной загрязнитель атмосферы – теплоэнергетика и транспортные средства на углеводородах	Наиболее перспективный путь определен концепцией развития водородной энергетики. Альтернативные источники энергии – как на преобразовании света в электричество, так и ветрогенераторы, эффективны только с накопителями энергии.	Разработка и организация массового производства эффективных устройств, совмещающих процесс производства и глубокой очистки водорода. Разработка накопителей энергии для обеспечения бесперебойной энергоснабжения.	Водородная энергетика	2025	НИИ и НПО ГК Росатом, Минпромторга
21	Воздействие углеродного следа на экологию из-за использования углеводородного топлива	Замена углеводородного топлива на альтернативные. Развитие водородной энергетики. Получение водорода из метана. Прямое разложение метана на водород и углерод. Поиск катализаторов, снижающих температуру разложения (особенно для бортового применения аккумулятора водорода). Эффективное и безопасное хранение водорода. Использование нанобаллонов.	Альтернативные источники энергии (водородная энергетика). Экологически выгодное получение водорода.	Преобразование метана в экологически чистое топливо. Создание оптимального с экономической и экологической точек зрения аккумулятора/топливного элемента на основе водорода	2025–2030	НИИ РАН, НИИ и НПО ГК Росатом, Минпромторга

1	2	3	4	5	6	7
		Получение сверх чистых материалов. Очистка водорода для возможности его использования в топливных элементах.				
22	Глобальное потепление климата	Сокращение выбросов углекислого газа электро- и теплогенерирующими установками (электростанциями, котельными и др.), промышленными установками металлургического и нефтегазового комплексов	Энергосбережение, энергоэффективность всех видов промышленного производства	Развитие возобновляемой энергетики (солнечной, ветровой, приливной, волновой, геотермальной), а также водородной энергетики	2021–2030	НИИ РАН, НИИ и НПО Минпромторга
23	Угрозы отсутствуют	Постоянный независимый (проводимый международными исследовательскими организациями) мониторинг выбросов углекислого газа в местах промышленных производств	«Ториевая» энергетика	Постепенный отказ от использования углеводородов благодаря развитию безопасной «ториевой» энергетики	2030 г.	Научная кооперация в рамках МАГАТЭ
24	Основная угроза связана с развитием «зеленой» энергетики в странах – традиционных импортерах российских углеводородов. Это может привести в перспективе к обнулению значительной части нашего экспорта и потере львиной доли валютной выручки	Исследования и выяснение причин потепления. Сохранение нефтегазовой промышленности в условиях развития своей несырьевой экономики.	Ограничение выброса CO <sub>2</sub> и других углеродных выбросов. Развитие технологий CCUS. Восстановление и увеличение лесного покрова	Ветроэнергетика, приливные электростанции, развитие ториевого цикла в атомной энергетике	2021–2030	Организации и компании, занимающиеся технологиями CCUS
25	Угрозы подобного рода отсутствуют	Исследование роли сжигаемого (или «самовозгорающего»)	Стремление заменить углеводородную энергетику «зеленой» альтернативой,	Из «чистых» (относительно) технологий может рассматриваться	2025–2030	ГК «Росатом», НИИ химического и экологического

1	2	3	4	5	6	7
		углерода. Оценка подлинности феномена и роли «карбонового следа»	которая пока не создана	атомная энергетика. В «горячей» промышленности – пути создания фильтрующих окись и двуокись углерода систем		профиля
26	С точки зрения фундаментальной науки происходящие климатические изменения нельзя пока однозначно связывать с выбросами парниковых газов. За словами о борьбе за сохранение климата и экологии, безусловно, скрываются экономические и др. интересы.	Развитие науки в области климатологии, физики и химии атмосферы. Совершенствование методов преобразования энергии, в том числе с использованием низкотемпературной плазмы. Развитие водородной энергетики. Использование для производства водорода высокотемпературных ядерных реакторов. Создание высокоэффективных парогазовых газотурбинных установок. Наращивание мощности АЭС. Развитие альтернативной энергетики	Создание линейки высокоэффективных парогазовых газотурбинных установок, характеризующихся высоким КПД преобразования энергии ископаемых видов топлив. Создание АЭС, в том числе с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Альтернативная энергетика, совершенствование методов трансформации энергии первичных источников	Атомно-водородная энергетика. Газовые турбины. Плазменные технологии преобразования энергоносителей. Высокотемпературный электролиз	2030	ГК «Росатом», Курчатовский институт, ОИВТ РАН, ФИЦ ХФ им. Семенова РАН, ЦИАМ, ИНХС РАН, ИФХиЭХ им. Ф.Н. Фрумкин а РАН
27	Негативное воздействие углеродного следа в области лазерной физики и энергетики в настоящее время практически не ощутимо. Природные ресурсы по утилизации углерода пока обеспечивают цивилизацию в	Методика оценки воздействия углеродного следа на базе новых технологий, лазерного зондирования атмосферы и построения трехмерных моделей концентрации	Технологии связывания углерода в твердую фазу и переход к использованию энерговырабатывающих технологий без выбросов углерода.	Новые (чистые) технологии могут быть разработаны на основе безуглеродных способов получения энергии, это прежде всего атомная энергетика, природная (зеленая) энергетика,	2022	ГК «Росатом»

1	2	3	4	5	6	7
	ближайшее время	«углеродного» следа в атмосфере		водородная энергетика и гелиевая энергетика. Новые технологии могут быть разработаны на основе лазерного фотолиза воды, льда с выделением водорода и дальнейшей безотходной переработкой в энергию.		
28	В геологической истории нашей планеты неоднократно отмечены экологические кризисы глобального масштаба. К настоящему времени выявлено пять наиболее крупных биотических кризисов, которые произошли в течение фанерозоя: в конце ордовика, девона, перми, триаса и мела. Принципиально важно, что все они отмечены не только массовым вымиранием биоты, но и целым рядом других событий общепланетарного масштаба. К ним относятся: колебания уровня Мирового океана, формирование в литосфере гигантских по своим масштабам провинций изверженных пород, наличием следов падения крупных космических тел, изменением климатического режима, и др. Очевидно, что помимо длиннопериодных колебаний климата существуют и относительно короткопериодные, обусловленные, в частности, взаимодействием атмосферы как	Разработка методологии и технологии снижения углеродного следа – междисциплинарная проблема, требующая объединения усилий специалистов в различных сферах: технологов в области переработки и обогащению минерального сырья, физиков и химиков различных направлений, вероятно, и специалистов в других отраслях. Очевидно, что требуется координация исследований и работ в этом направлении. Этот вопрос подлежит специальному обсуждению на высоком (возможно, правительственном) уровне: необходимо ли создавать специальный координирующий орган, либо эту функцию может	Необходима разработка современных отечественных технологий геотермальной энергетике. В России существует большой потенциал использования геотермальной энергетике. Наиболее актуально использование этих технологий на Камчатке и Северном Кавказе в районе активных и ныне спящих вулканов. Одним из наиболее перспективных районов в этом плане является Приэльбрусье. Создание геотермальной электростанции в районе вулкана Эльбрус решит одновременно целый ряд экологических, и политико-социальных задач: – создание экологически чистого источника энергии в уникальном туристическом регионе, позволит получать электричество и горячую воду; – создание такого объекта потребует вложений в разработку современных отечественных технологических подходов и процессов для реализации такого	Геотермальная энергетика	2022–2030	Профильные НИИ РАН и вузы

1	2	3	4	5	6	7
	<p>крайне неустойчивой природной среды с другими геосферами. Климатические изменения, наблюдаемые в современную эпоху, могут быть ничем иным как следствием этих природных колебаний. Другими словами, не представляется возможным отделить современные изменения климата, обусловленные естественными причинами, от воздействия на атмосферу человеческого фактора, т. е. выбросом в нее углерода. Эта неоднозначность открывает широкий простор для спекуляций, в том числе и чисто политических. Не исключено, за всеми этими спекуляциями стоит план открытия еще одного фронта борьбы с Россией, экономика которой, как известно, тесно связана с добычей и переработкой углеводородов. Разумеется, из сказанного выше вовсе не вытекает отрицание необходимости разработки технологий, снижающих углеродный след, поисков альтернативных источников энергии и тепла. Однако должно пройти не одно десятилетие, прежде чем будут найдены источники, адекватно заменяющие по своей эффективности и надежности природные источники: газ, нефть, уголь, торф. Отсюда, на</p>	<p>взять на себя, к примеру, РАН</p>	<p>объекта; – создание новых рабочих мест в Приэльбрусье является актуальной задачей; – использование тепла, запасенного в магматических структурах Эльбруса, позволит существенно снизить риск извержения вулкана Эльбрус. Несмотря на то, что в ближайшие годы этот риск ничтожно мал, Эльбрус продолжает оставаться активным вулканом, извержение которого все еще возможно, при этом мониторинг этого опасного объекта практически не ведётся</p>			

1	2	3	4	5	6	7
	наш взгляд, необходимо исходить при построении стратегии ответа на вызов, обусловленный углеродным (карбоновым) следом					
29	Увеличение карбонового следа от сжигания топлива при реализации традиционных способов получения электроэнергии для обеспечения работы серверных мощностей и охлаждения серверов. Увеличение серверных мощностей необходимо для развития интеллектуальных транспортных сетей (V2V, V2I, V2X, V2P).	Развитие интеллектуальных транспортных сетей потребует хранения и обработки большого объема данных на серверных мощностях. Для работы серверных мощностей потребуется большое количество электроэнергии, как для их работы, так и для охлаждения. Традиционный способ получения электроэнергии от сжигания топлива приведет к увеличению карбонового следа. Необходимо рассмотреть размещение серверных мощностей в северных регионах страны для естественного охлаждения и ввиду стабильных ветров, снабжение электроэнергией серверных мощностей от ветрогенераторных установок	Возобновляемая энергетика	Ветрогенераторное электроснабжение серверных мощностей для обработки большого массива данных и их охлаждение в климатических условиях северных регионов России	2028	ТюмГУ, РУДН, РХТУ, ТГУ, СПбГТУ
<b>Агротехнологии и экобиотехнологии</b>						
30	Аридизация наиболее	Использование	Оценка экологических	Агротехнологии нулевой и	с 2022 г.	Южный

1	2	3	4	5	6	7
	плодородных земель на Юге России из-за глобального потепления, что является угрозой продовольственной безопасности страны	агротехнологий прямого посева с нулевой и минимальной обработкой почвы (No-Till, Mini-Till). Снижение количества операций по обработке почвы с использованием сельскохозяйственной техники и, соответственно, количества сжигаемого углеводородного топлива, уменьшение дегумификации почв. Снижение эмиссии углекислого газа в атмосферу и даже депонирование углерода в почве. Указанные агротехнологии имеют как положительные, так и отрицательные экологические последствия, требующие изучения.	последствий применения агротехнологий нулевой и минимальной обработки почвы (No-Till и Mini-Till) с целью их совершенствования и расширения использования	минимальной обработки почвы (No-Till и Mini-Till). Экобиотехнологии оценки эмиссии парниковых газов из почвы при использовании No-Till и Mini-Till. Экобиотехнологии оценки агроэкологического состояния почвы при использовании No-Till и Mini-Till	и в долгосрочной перспективе	федеральный университет, кафедра экологии и природопользования
31	Ухудшение качества питьевой воды от разнообразных источников загрязнения: от углекислого газа до полимеров	Методические подходы к уменьшению самого «углеродного следа»	Грамотная утилизация вторсырья и отходов сельского хозяйства, позволяющая получить дополнительную энергию и вернуть к использованию материальные ресурсы	Закупка лучших существующих мировых технологий и их совершенствование. Создание с нуля собственных технологий целесообразно	2022	Изучение и использование аналогичного опыта КНР
32	Совокупный объем выбросов CO <sub>2</sub>	Уменьшение совокупного «карбонового следа» путем использования углекислого газа как первичного сырья для его превращения в	Технологии и известные организмы, позволяющие уменьшить «карбоновый след», превращая неорганический углерод углекислого газа в простые органические вещества,	Технологии использования известных организмов, которые «едят» углекислый газ без света (ацетогены). Чтобы вклад ацетогенов в уменьшение «карбонового	2022	Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН. Институты, занимающиеся

1	2	3	4	5	6	7
		органические вещества продовольственного (кормового) и промышленного назначения с высокой добавленной стоимостью (из стоимости произведенных продуктов будет вычтена высокая стоимость мер по борьбе с уменьшением «карбонового следа»)	а затем в полезные продукты – корма или основу полимеров для промышленности, не нуждаясь при этом ни в солнечном свете, ни даже в поверхности земли	следа» был соизмерим с вкладом, например, лесов, нужно, чтобы вес биомассы, создаваемой ацетогенами, например, за год, был соизмерим с весом биомассы создаваемой лесами мира.		исследованиями в области микробиологии и генной инженерии
33	Существует мнение, что человечество уже перешло черту и преодолеть эту угрозу не удастся. Все предыдущие случаи накопления критической массы углерода в атмосфере Земли приводили к гибели земных цивилизаций	Для уменьшения воздействия углеродного следа необходимо снижать интенсивность использования удобрений для повышения плодородия посевов. Это в частности должно привести к уменьшению пожаров в лесах Сибири, Австралии, США и Испании	Разработка новых, экологически чистых агротехнических приемов повышения плодородия почв. Анализ существующих «нетрадиционных» предложений	Технологии формирования эффективной корневой системы злаковых	2025	НИИ и НПО Минсельхоза, Росприроднадзора
34	Влияние «углеродного следа» в атмосфере на увеличение урожайности и интенсификацию земледелия. Чем больше жизни на единицу поверхности земли, тем больше связанного углерода.	Методические подходы к оценке и уменьшению воздействия углеродного следа, учитывающие экономию земли за счет повышения урожайности. Использование почвенных микроорганизмов поверхностного слоя земли для возобновления плодородия почв. Методы контроля и	Новое, экологически чистое аграрное производство с высоким производственным потенциалом. Исследование влияния различных метастабильных состояний воды на рост растений и организмов	Новые «чистые» технологии интенсификации производства продуктов сельского хозяйства	2021–2025	ИОА СО РАН г. Томск, НИББ ТГУ г. Томск, СибНИИСХиТ г. Томск



1	2	3	4	5	6	7
		управления ростом растений и микроорганизмов, позволяющих воздействовать на природу с минимальными последствиями. Исследование влияния различных физических воздействий на свойства воды, как основного жизненно необходимого компонента, и последствий применения такой воды для выращивания сельхозпродукции, различных биологических и медицинских применений				
35	Изменение климата и последующие изменения в сельском хозяйстве (повышение доли орошения, смена возделываемых культур, деградация почв)	Кроме сокращения выбросов, необходимо внедрение C-консервирующих технологий. В сельском хозяйстве это можно регулировать севооборотами и агротехникой, а также соотношением долей растениеводства/животноводства	Увеличение поглощения углерода почвами. Оценка потенциала поглощения углерода почвами в стране	Создание агротехнологий, направленных на повышение поглощения углерода из атмосферы почвами и разработка мероприятий по их внедрению в практику.	2023	ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» в кооперации с другими институтами и вузами
36	Деградация тундровых почв на полуострове Ямал достигает 25 % пастбищ и импактных площадей ТЭК. Разрушение защитного почвопокровного растительного слоя, состоящего	Проведение масштабной рекультивации нарушенных и деградированных земель с использованием разработанных	Технологии биоинженерии. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.	Снижение потоков углеродсодержащих парниковых газов в импактных экосистемах Арктики с использованием инновационных	2021–2025	Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; ФИЦ

1	2	3	4	5	6	7
	из мхов и лишайников. Растепление почвогрунтов и резкое усиление миграции парниковых газов из метангидратов и органического вещества в атмосферу	природоподобных биогеохимических технологий	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи. Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	биогеохимических технологий для рекультивации нарушенных и загрязненных почв. Перевод выбросов газов в их секвестрацию		биологических исследований, Пущино; Соисполнители – ООО «Газпром добыча» Ямбург, Новый Уренгой; Торгово-промышленная палата ЯНАО, Салехард
<b>Формирование и поддержание лесных массивов</b>						
37	Нельзя допустить, чтобы при очистке воздуха от излишков CO <sub>2</sub> человек оказался в условиях его сниженной концентрации. Необходимость CO <sub>2</sub> для жизнедеятельности демонстрируется условиями культивирования клеток человека in vitro, при котором необходима концентрация порядка 5% двуокиси углерода. Организм человека устойчив к действию CO <sub>2</sub> в широких пределах его концентрации в атмосфере (0,03–3 %). Действие CO <sub>2</sub> на климат, как указывают некоторые специалисты, начинается с повышения его концентрации на тысячные доли процента. Однако следует иметь в виду, что снижение уровня CO <sub>2</sub> ниже «природных» 0,02% чревато нарушениями здоровья – организм человека эволюционно не адаптирован к подобным «стрессам».	Развитие методов оценки и уменьшения воздействия углеродного следа. Развитие CO <sub>2</sub> -потребляющих технологий ограничения выбросов CO <sub>2</sub>	Научно-технологические направления ограничения выбросов CO <sub>2</sub> . Развитие CO <sub>2</sub> -потребляющих технологий, например, за счет расширения лесных угодий (транспорт, мелиорация, культивация земель, трудовые ресурсы). Включение данного направления в Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. Использование экологически чистых технологий поглощения CO <sub>2</sub> (лес)	Программа расширения лесных угодий	2021–2025	НИИ и НПО в области экологии, природоохраны и природосбережения

1	2	3	4	5	6	7
38	Совокупный объем выбросов CO <sub>2</sub>	Мониторинг содержания углекислого газа и монооксида углерода в разных регионах	Научно-технологические направления контроля, оценки и уменьшения воздействия углеродного следа	Расширение зон посадки лесов. Развитие технологий переработки мусора и отказ от мусоросжигания. Контроль выбросов крупными промышленными предприятиями	2021–2025	НИИ и НПО в области экологии природоохраны
39	Длительное воздействие двуоксида углерода может менять чувствительность рецепторного аппарата легких к кислороду-углекислоте и вызывать патологические реакции с нарушением функции внешнего дыхания. Вероятно закрепление новых соотношений O <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> в геноме, провоцирование новых заболеваний	Сокращение парникового следа, оптимизация энергопотребления, анализ жизненного цикла продукции	Высадка лесов для компенсации использования нефти, газа и угля. Производство водорода. Возобновляемая энергетика. Производство энергии из органических отходов	Разработка инженерных концепций для зданий и территорий, возобновляемой энергетика. Снижение выбросов парниковых газов (низкоуглеродная экономика). Комфортная доступная среда для всех, социальная поддержка (инклюзивная экономика). Органические удобрения в сельском хозяйстве, низкоуглеродная промышленность. Переход на электро- и водородный транспорт, переработка отходов (зеленая экономика). В медицине широкое внедрение дыхательной гимнастики в повседневную жизнь (сочетание гипоксических и гиперкапнических тренировок)	2021–2025	НИИ и НПО в области, медицины, экологии природоохраны
40	Превышение допустимой концентрации углекислого газа	Использование естественных	Автоматизированная посадка и ухода за деревьями и	Разработка технологий автоматизированной	2022	Организации Минсельхоза,

1	2	3	4	5	6	7
		поглотителей углекислого газа – зелёных насаждений, селекция сортов деревьев и кустарников с высокой эффективностью поглощения углекислого газа с целью расширения ареала их распространения за счёт акклиматизации. Нетермическая переработка отходов	кустарниками с высокой эффективностью поглощения углекислого газа	посадки и ухода за деревьями и кустарниками различных сортов на территориях с различным рельефом местности		Минпромторга, занимающиеся разработкой сельскохозяйственной техники
41	Воздействие углеродного следа на сферу электроэнергетики малообосновано	Мониторинг и оценка воздействия углекислого газа на окружающую среду	Технологически уменьшение углеродного следа решается воспроизводством таежных лесных насаждений	Вложение инвестиций в охрану и сохранение лесов России	2021 г. и последующие 10–15 лет	Обеспечение оптимальных условий работы лесоохраны путем повышения энерговооруженности на основе ВИЭ
42	Основным газом, влияющим на формирование явления «парника» в нижнем слое тропосферы, является водяной пар, а не диоксид углерода. Наиболее важной угрозой, связанной с повышением доли углекислого газа в тропосфере, в настоящее время является изменение (смещение акцентации, равновесия в системе газовых примесей и пр.) или перестройка газовой системы примесей тропосферы. Возможны связанные с этим экологические и климатические риски, так как содержание диоксида углерода в нижнем слое	Выявление и возможное преодоление угрозы физико-химической перестройки системы примесей тропосферы. Привлечение возможностей космического зондирования атмосферы, в частности, анализ спутниковых изображений в инфракрасном спектре поверхности планеты за последние 30–40 лет. Создание базы данных, которая позволит выявить динамику концентраций	Восстановление нарушенных и сведенных лесных формаций на территории РФ. Создание искусственных лесонасаждений, парковых и лесопарковых зон в урбанизированных зонах. Возвращение к проектированию и созданию искусственных лесозащитных полос на сельскохозяйственных территориях	Лесонасаждение и лесовосстановление на территории РФ. Научно-методические подходы подбора пород деревьев, которые подходят по условиям произрастания к различным географическим зонам.	2023–2025	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ВНИИЛМ, СПбНИИЛХ

1	2	3	4	5	6	7
	атмосферы, несомненно, влияет на баланс инфракрасной радиации – теплового излучения планеты.	диоксида углерода, оценить ее устойчивость/неустойчивость пространственно-временного хода, а также перспективы				
43	Деградация биоценозов и растительного компонента. Леса вырубались неоднократно. Степи Западного Предкавказья полностью распаханы, степной биом уничтожен, сохранившиеся участки степей подверглись процессу облесения и сейчас относятся к лесному фонду. Уничтожение степей привело к потере уникального элемента биоразнообразия, жизнеспособности популяций видов, эрозионным процессам, потере гумуса, пыльным бурям, вспышкам численности саранчи, не говоря уже о глобальном участии в депонировании углерода	Экологический подход к лесовосстановлению. Принятие программы «Зеленая Россия» для восстановления всего утерянного и деградировавшего лесного покрова. Восстановление степной экосистемы, которая более важна для урегулирования экологической нестабильности регионов и расчета национального углеродного баланса. Оценка биосферной функции степей. Именно травяные экосистемы связывают треть всего запаса углерода суши	Поиск и развитие технологий поглощения парниковых газов из атмосферы. Из природного потенциала большое внимание уделяется восстановлению лесных ресурсов, которые являются природными резервуарами.	Развитие альтернативной энергетики. Совершенствование существующих производственных процессов. Разработка и внедрение новых «чистых» технологий, уменьшающих негативное воздействие. Оценка природного углероддепонирующего потенциала, стоимости природных экосистем (не только леса) и их экосистемных услуг. Анализ природной среды и рассмотрение технологий, которые предлагает сама природа.	В 2021 году начать восстановление природных экосистем региона, в нарушенных хозяйственной деятельностью человека	Профильные НИИ РАН, ВУЗы.
44	Процессы обезлесения и деградации лесов, которые увеличивают выбросы парниковых газов	Обоснование значения лесов как важной части биосферы, выходящей за рамки национальных границ. Методические подходы, стратегии и действия в борьбе с основной угрозой должны быть транснациональными	Организация устойчивого управления лесами, направленного на сокращение обезлесения и деградации лесов. Увеличение способности лесов связывать углерод в течение долгого времени. Уменьшение выбросов парниковых газов (в рамках национального проекта «Экология» и федерального	Инновационные технологии своевременного лесовосстановления вырубок, гарей и других не покрытых лесом земель, а также увеличения объемов лесоразведения	2021–2025	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ВНИИЛМ, СПбНИИЛХ

1	2	3	4	5	6	7
			проекта «Сохранение лесов»)			
45	Увеличение глобальной средней приземной температуры атмосферы, которое может повлечь, не только различные неблагоприятные изменения теплового и водного режима регионов, но и глобальные изменения атмосферной циркуляции, которые могут привести к не предсказанным неблагоприятным для людей изменениям погодных условий на всех континентах	Создание сети систематических измерений содержания углекислого газа. Дооснащение метеорологических и климатических станций существующей гидрометеорологической сети необходимыми приборами и совершенствование регламента регулярной обработки измерений. Ввод в программы подготовки специалистов природоохранных и географических специальностей курса по расчету углеродного следа от различных хозяйственных и социальных объектов. Преподавание основ расчета углеродного следа от жизнедеятельности человека в школьном курсе географии	Охрана существующих лесных и болотных ландшафтов, развитие озеленения территорий проживания людей, совершенствование методов снижения пожароопасности. Создание индустриальных систем улавливания и последующей утилизации углекислого газа как выделяемого предприятиями, так и содержащегося в атмосферном воздухе	Технология активных воздействий на облака с целью вызывания осадков, которую следует развивать в целях возможного тушения природных пожаров. Развитие технологий контроля пожароопасности территорий в целях планирования противопожарных мер	2022–2024	Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воекова (СПб)
46	Угроза негативного воздействия углеродного следа на судьбу нашей цивилизации и жизни на Земле в последнее время интенсивно изучается практически во всех развитых странах. Многие выводы являются спорными. Многие решения технического характера	Изменение подходов к вырубке лесов, а также к их восстановлению. Запрет рубки леса частным и иностранным компаниям, особенно китайским. Создание государственной службы	Разработка методов добычи леса с учетом гидрологии, почвы, розы ветров, пожаробезопасности и т. п., минимизирующих разрушение поверхностного грунта и уничтожение нижнего горизонта растений, в том числе ягодников и грибниц	Разработка и внедрение новых методов хозяйствования в лесной промышленности	2021–2022	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Дальневосточный НИИ лесного хозяйства

1	2	3	4	5	6	7
	могут быть весьма затратными и с не предсказуемыми экологическими последствиями. Некоторые важные аспекты недостаточно изучены, но имеют очень важное значение в этой проблеме. Это эмиссия метана и других соединений углерода в атмосферу из океанов и морей при повышении температуры из гидратов и продуктов разложения органических остатков.	по рациональному использованию леса. Вопрос вырубке лесов – это еще и проблема изменения гидрологии почв.				
47		Оценка уменьшения воздействия углеродного следа с учетом скорости накопления биомассы растительности.	Разработка методов адаптации и ассимиляции секвойядендрона и секвойи вечнозеленой к условиям Сибири и Дальнего Востока для интенсификации процесса связывания атмосферного углерода и улучшения продуктивности лесов. Проведение селекционных работ. Выполнение масштабных экспериментальных посадок и исследование адаптационных процессов	Ассимиляция секвойядендрона и секвойи вечнозеленой к российским условиям для существенного ускорения процессов связывания атмосферного углерода, повышения продуктивность леса по приросту ценной древесины	2021–2026	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Дальневосточный НИИ лесного хозяйства
48	Угрозы углекислого газа для повышения температуры Земли нет, так как он слабо влияет на поглощение излучения. Углекислый газ фактически является индикатором повышения температуры, а не причиной ее повышения. Образно говоря, у него та же функция, что и у термометра в больнице для измерения температуры больных. Надо	Создание системы измерений содержания углекислого газа, оценки его влияния на повышение температуры и изменение экологии.	Формирование и поддержание лесных массивов	Разработка и внедрение технологий повышения продуктивность леса и экосистем в интересах поддержания углеродного баланса	2021–2026	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Дальневосточный НИИ лесного хозяйства

1	2	3	4	5	6	7
	<p>боротся не с термометром, а с причиной болезни.</p> <p>Угроза карбонового следа и «зеленой энергетики» для России аналогична угрозе гонки вооружения, в результате чего развалился СССР. На «карбоновый след» и «зеленую энергетику» будут потрачены ресурсы страны, необходимые для поднятия промышленности России и благосостояния ее граждан.</p> <p>Активное втягивание в эту программу приведет к катастрофе в стране.</p> <p>В этом и заключается основная угроза для России</p>					
49	Выбросы в атмосферу продуктов металлургического производства	Разработки безотходных производств, использование альтернативных технологий	Озеленение городов и пригородных зон вокруг заводов и технических производств	Разработка и внедрение технологий озеленение городских и промышленных зон	2021	Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Дальневосточный НИИ лесного хозяйства
50	<p>Угрозы высокие:</p> <p>– экономические (внешняя сертификация и снижение, как следствие, конкурентоспособности любой продукции на внешних рынках),</p> <p>геополитические (подчинение внешним стандартам и метрологическая зависимость),</p> <p>– научные (снижение суверенитета при отсутствии отечественных опережающих программ исследовательских и образовательных);</p>	Мониторинг и управление состоянием болот России, включая восстановление экосистем и возобновление утраченных искусственным или естественным образом торфяных ресурсов (болота России – около 120 млн га)	Стимулирование торфообразовательного и торфонакопительного процессов, позволяющих ускорять сток углерода в болотные экосистемы	Усиление стока углерода в природные экосистемы болот с разработкой экономической составляющей доходов от их неизвлекаемых ресурсов на основе участия в международных рынках по сбыту углеродных единиц	Систематизация – 2021–2022; Приоритизация – 2020–2023; Целевое финансирование	НИИ геологического, гидрологического, химического, биологического направлений



1	2	3	4	5	6	7
	– военные (неприемлемые ландшафтные изменения военной инфраструктуры), общественно-социальные (непривлекательная репутация страны)					
51	Рост числа экстремальных погодных явлений на планете из-за воздействия углеродного следа	1. Определение основных источников выброса парниковых газов. 2. Оценка вклада источников выброса парниковых газов. 3. Постоянный мониторинг источников выброса парниковых газов. 4. Разработка и принятия специальных квот по выбросам парниковых газов	Физическая экология	Технологии по оптимизации карбонового (углеродного) следа	2022–2024	ВУЗы (географические факультеты), Росгидромет, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Институт географии РАН, Институт океанологии им. П.П. Ширшова, Институт космических исследований РАН, Институт оптика атмосферы им. В.Е. Зуева РАН, Институт степи УрО РАН
<b>Экологический мониторинг и оценка воздействия углеродного следа</b>						
52	Ущерб окружающей среде от выбросов выхлопных газов общественного и личного транспорта из-за необходимости перемещения людей от мест проживания к местам обучения, труда и т.д. Угроза здоровью людей и угроза зданиям, растительности	Внедрение технологий Интернет и искусственного интеллекта (ИИ), приборов контроля загрязнения воздуха, технологий дистанционного обучения mathscinet.ru и livelab.spb.ru	Развитие Интернет и технологий ИИ, коммуникации	Технологии дистанционного обучения mathscinet.ru и livelab.spb.ru	2022	ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»
53	Отсутствие системы	Измерение спектральных	Предсказание уровня	Создание интегрального	2023	Институт

1	2	3	4	5	6	7
	дистанционного зондирования атмосферы для определения концентрации углекислого газа	характеристик собственного теплового излучения атмосферы	концентрации углекислого газа и кислорода по непрерывному мониторингу дистанционного измерения концентраций газов в атмосфере	субмиллиметрового спектрометра для дистанционного измерения спектральных линий поглощения углекислого газа и кислорода		радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
54	Изменение климата приводит к увеличению выпадающих осадков, дождь, снег, туман и т.п. Данные метеорологические явления приводят к ослаблению радиосигнала и в тех областях, где интенсивность явлений будет возрастать, начнут возникать перебои со связью	Перерасчет радиолиний и более плотное расположение базовых станций (БС). Сбор информации, систематизация, анализ и выработка решений по уменьшению влияния атмосферных осадков на качество связи	Разработка и развёртывание глобальной автоматизированной системы мониторинга окружающей среды (АСМОС).	Расчет времени и количества выбрасываемых отходов исходя из метеорологической обстановки. Прогноз возможности увеличения выбросов или уменьшения с учетом погодных и иных явлений.	2022	МИЭТ, центр НТИ Сенсорика
55	Негативное влияние со стороны политиков на общество, не имеющее под собой научного обоснования	Разработка научной методики оценки существующих и новых разрабатываемых «зеленых» подходов для борьбы с углеродной угрозой с точки зрения их потенциала «спасения человечества». Разработка научной методики оценки влияния на климат естественных процессов колебательного характера с большими периодами. Создание постоянного научного сервиса для оперативной оценки вклада таких процессов в развитие углеродной угрозы. Разработка действующего на постоянной основе	Создание «зеленой» службы по образцу ВОЗ, с целевой функцией похожего характера в отношении новых пандемий. Научное регулирование восприятия/понимания обществом углеродной угрозы, которое в настоящее время развивается хаотично/безсистемно/ и представляет существенно большую угрозу человечеству, чем со стороны углеродной угрозы. Выработка взвешенных научно обоснованных решений на уровне государства (РФ) в «зеленом» направлении	Технологии оценки влияния на климат естественных процессов. Научные сервисы для выработки рекомендаций	2022	Создание инициативной группы экспертов из ученых разных профилей, включая естественно-научные направления, экспертов от правительства РФ и бизнес-сообщества. Эта группа должна стать основой для создания выше предложенных научных сервисов. Состав группы должен быть открытым для общества –

1	2	3	4	5	6	7
		<p>научного сервиса сравнительной оценки вышеизложенных двух методик/сервисов, а также с учетом других научно обоснованных данных/прогнозов/ с выработкой среднесрочных и долгосрочных прогнозов развития углеродной угрозы с оценкой относительного вклада от новых «зеленых» технологий и естественных климатических процессов.</p>				<p>открытым, но состав не должен формироваться на основе любых общественных опросов/голосований/.</p>
56	<p>Отсутствие объективного анализа существующей угрозы и прогноза динамики её развития</p>	<p>Развитие и совершенствование мониторинга окружающей среды для объективного анализа существующей угрозы и прогноза динамики её развития. Особенно это касается индустриально развитых регионов, регионов, где намечается создание промышленных кластеров</p>	<p>Опора на измерительные комплексы космического базирования – как направление одного из разделов программы по борьбе с «карбоновым следом»</p>	<p>Проект «НА Климат» по разработке оптической научной аппаратуры для глобальных исследований состава атмосферы по спектрам солнечного излучения с предполагаемой установкой этой аппаратуры на МКС. Инженерно-конструкторская разработка «НА Климат», включающей ИК Фурье-спектрометр высокого разрешения и многоканальную спектральную систему УФВ, ВИД и БИК диапазонов. Разработка проектов</p>	<p>2021 и далее</p>	<p>АО «НПП «Геофизика-Космос», «РКК Энергия», «Росгидромет»</p>

1	2	3	4	5	6	7
				исследования атмосферы Земли и её поверхности с помощью аппаратуры, устанавливаемой на КА, в рамках программы «Сфера»		
57	Угрозы персонального негативного воздействия углеродного следа Угрозы углеродного следа промышленности. Угрозы углеродного следа муниципальных и региональных структур. Угрозы углеродного следа государства	Развитие теории информационного противодействия угрозам негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Методики теоретического анализа угроз негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Методики комплексной информационной оценки угроз негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	Информационное противодействие угрозам негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	Технологии информационного моделирования критических состояний системы государственного управления в условиях угроз негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Технологии оценки эффективности информационного противодействия угрозам негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Технологии информационного моделирования противодействия угрозам негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Технологии администрирования информационного противодействия угрозам негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	2021–2026	ЮФУ, Донской ГТУ, ГБУН Санкт-Петербургский НИЦ экологической безопасности РАН (НИЦЭБ РАН)
		Основы теории информационного	Идентификационный анализ источников угроз негативного	Технологии идентификационного	2021–2025	

1	2	3	4	5	6	7
		противодействия угрозам негативного воздействия углеродного следа. Методика идентификационного анализа с позиций информационной виртуализации.	воздействия углеродного (карбонового) следа	анализа источников угроз негативного воздействия углеродного (карбонового) следа персонального уровня. Технологии многофакторного идентификационного анализа источников угроз негативного воздействия углеродного (карбонового) следа. Технологии глобальной и локальной регистрации угроз негативного воздействия углеродного следа в геоинформационных системах (ГИС) на основе идентификационного анализа виртуальных информационных образов источников угроз.		
58	Угрозы для экологии, которые лучше начать устранять сегодня, так как в любом случае это требует каких-то финансовых затрат. В будущем затраты на решение экологических проблем будут только увеличиваться, причем не линейно, а экспоненциально	Системный анализ всех видов воздействия углеродного следа и финансовая оценка мер по его устранению, методами математического моделирования, например, применяя модель Леонтьева-Форда с последующим преобразованием ее в динамический вариант с возможностью прогнозирования последствий.	Анализ негативного воздействия углеродного следа средствами и методами математического моделирования с применением современных информационных технологий	«Чистые» технологии могут появиться только после комплексного анализа	2022	Центральный экономико-математический институт РАН, ГБУН Санкт-Петербургский НИЦ экологической безопасности РАН (НИЦЭБ РАН)

1	2	3	4	5	6	7
		Межотраслевой баланс лежит в основе современной системы национальных счетов России, поэтому всегда можно будет оценить финансовые затраты на ликвидацию последствий воздействия углеродного следа				
59	Негативное воздействие углеродного (карбонового) следа с позиций блока экологических наук не вызывает сомнения. В то же время, социально-экономические эффекты от действующей системы извлечения полезности из природы и эффекты от реализации комплекса мер по становлению «зеленой экономики» с экономической и социально-психологической позиций мало оцениваются.	Разработка системы показателей ноосферизации земного пространства, под которыми бы понималось преобразование природы с помощью рациональной целесообразной деятельности людей	Разработка системы социально-экономических и психолого-экономических индикаторов оценки субъективного благополучия населения и оценки воздействия углеродного следа на данный параметр	Технология психолого-экономического мониторинга качества жизни населения и оценки воздействия карбонового следа на качество жизни населения	2025	Автономная некоммерческая научно-исследовательская организация «Институт психолого-экономических исследований», НИУ-ВШЭ, Институт психологии РАН, Центральный экономико-математический институт РАН, СПбГУ
60	Экологические проблемы, изменение климата – негативный биофактор генных трансмутаций, влияющих на функциональные системы организма человека. Как следствие – высокий рост психопатологий	Развитие экотехнологий. Разработка и внедрение встроенного технологического стандарта оценки следа. Просветительская работа с населением по утилизации ТБО и других продуктов жизнедеятельности, составляющих угрозу	Использование результатов исследований биофизики и биохимии в нанопрогнозировании и нанопрограммировании условий жизнедеятельности биосистем на планете	Технологии находятся в разработке	2021–2031	МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра биофизики

1	2	3	4	5	6	7
		экологии в целом и карбонового следа				
61	Мониторинг окружающей среды.	Создание систем мониторинга углеродного следа на территории России.	Диагностические системы	Использование лазерных технологий в промышленности	2022–2025	НИИ и НПО Росприроднадзора
62	Глобальные угрозы негативного воздействия углеродного следа, приводящие, как на микроскопическом, так и на макроскопическом уровнях, к структурным изменениям, возникающим в тканях человека, в животном мире и окружающей среде, а также в различных веществах, являющихся продуктом разнообразных производственных процессов с участием углеродного следа, требуют принятия широкого комплекса незамедлительных мероприятий по его снижению	Выполнение и поддержка безотлагательных фундаментальных исследований, необходимых для разработки новых высокоэффективных аналитических методик диагностики углеродного следа	Разработка новых высокоэффективных аналитических методик диагностики углеродного следа. Создание высокоэффективных аналитических методов лазерной спектроскопии неупругого рассеяния света для выявления химической структуры и определения, как особонизких (1 ppm и меньше) так и высоких концентраций углеродного следа. Мониторинг в области инженерии углеродного следа в воздухе, воде, белках ДНК, живых тканях, продуктах питания в почвах и др., Инновационные технологии и системы улавливания углерода и технологии связывания. Разработка эффективных электрокатализаторов для реакции восстановления диоксида углерода в производственных циклах по всей цепочке – от добычи сырья до утилизации продукции в конце его жизненного цикла	Разработка новых методов строгой количественной характеристики структурных параметров веществ и определения концентрации углеродного следа (диоксида углерода CO <sub>2</sub> и метана CH <sub>4</sub> и других парниковых составляющих) на основе развитых высокочувствительных и высокоэффективных аналитических методов лазерной спектроскопии неупругого рассеяния света, в том числе и для сравнения с количественными оценками «чистых» технологий	2022	ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
63	Усиление парникового эффекта из-за увеличения концентрации парниковых газов (в первую очередь углекислого газа и	Государственное регламентирование комплексного мониторинга природных	Мониторинг за круговоротом (балансом) CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> в атмосфере: а) оценка объемов и динамики поступления	Технологии мониторинга атмосферы на предмет содержания диоксида углерода и метана.	2030	ИФА РАН, Санкт-Петербургский горный

1	2	3	4	5	6	7
	метана) в атмосфере (по естественным и техногенным причинам). Перестройка климата в северных широтах: увеличение амплитуды многолетних колебаний температуры воздуха, количества осадков и т.д. Следствие – изменение условий теплообмена на поверхности и изменение закономерностей формирования температурного режима грунтов в Арктике и Субарктике	условий по общим методическим принципам и требованиям. В том числе: мониторинг содержания CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> в мерзлых грунтах, изучение закономерности их эмиссии с поверхности различных ландшафтов, температурный режим грунтов верхней части разреза и в пределах всей толщи мёрзлых пород, мониторинг динамики ландшафтов, растительности и приземного воздуха, мониторинг динамики поступления парниковых газов в верхние слои атмосферы	«углеродного следа» в атмосферу от естественных источников (мёрзлых грунтов и северных ландшафтов); б) оценка объёмов и динамики техногенной составляющей поступления «углеродного следа»; в) оценка объёмов и динамики естественного поглощения углерода, управление естественными механизмами поглощения углерода (например, увеличение площади лесов); г) разработка технологий (технических средств) по поглощению углерода	Технологии очистки атмосферного воздуха от парниковых газов		университет, Уфимский ГАТУ
64	Последствия от нерегулируемого выброса углекислого газа (а в последнее время еще и метана) приводят к климатическим изменениям на Земле. Отдельные периоды в истории Земли характеризовались проявлением интенсивной вулканической деятельности (зафиксировано соответствующими типами горных пород), в атмосферу тогда поступало огромное количество углекислого газа, сероводорода и других газов. Увеличение парникового эффекта сказывалось на изменении климата Земли	Мониторинг химического состава атмосферы	Поиск новых нетрадиционных источников энергии взамен твердого и жидкого топлива	Технологии мониторинга атмосферы на предмет содержания диоксида углерода и метана. Технологии очистки атмосферного воздуха от парниковых газов	2025	ИФА РАН, ФИАН



1	2	3	4	5	6	7
	(периоды потепления или похолодания). Это неизбежно приводило к вымиранию отдельных групп флоры и фауны планеты					
65	Усиление темпов деградации мерзлоты и дополнительной эмиссии углекислого газа и метана при климатических изменениях в Арктике	Мониторинг отклика мерзлоты и содержания парниковых газов в мерзлых и оттаивающих породах	Динамика и прогноз деградации мерзлоты на основе данных мониторинга	Национальная система мониторинга деградации мерзлоты в Арктике	2021–2024	Тюменский научный центр СО РАН, Институт мерзлотоведения СО РАН.
66	Результаты многодисциплинарного поиска «негативного воздействия углеродного (карбонового) следа, судя по всему, призваны дополнительно «осложнить жизнь» добывающему сектору экономики, в том числе и на этапе транзита. Таким образом, в негативных сценариях исторического процесса просматривается угроза сокращения добычи, удорожания энергоносителей и возможное снижение генерации. Как следствие – уменьшение налоговых поступлений в бюджет нашей страны и дальнейшее сокращение ассигнований на проведение фундаментальных научных исследований	Формирование научных основ, содействующих выработке методических подходов к оценке и уменьшению воздействия углеродного следа. В отечественной государственной программе «Глобальные изменения природной среды и климата» биосферные процессы занимают надлежащее им место после геологических и климатических процессов, являющихся определяющими при решении всего комплекса геоэкологических проблем. В международной геосферно-биосферной программе основной упор сделан на взаимодействие биосферы и климатической системы.	Концентрация внимания учёных на центральной проблеме, куда включён практически весь комплекс задач, связанный с изучением цикла органического углерода на территории России. Знание этого цикла крайне необходимо в связи с заключением рамочной конвенции по климату, предполагающей, что каждая страна должна иметь свой национальный реестр источников, стоков, и резервуаров парниковых газов. Основное внимание при этом должно быть уделено парниковым газам индустриального происхождения с учётом реально существующих природных источников и, что особенно важно, стоков	Технология комплексной оценки «удельного веса» углеродного следа в продуктах и услугах с учётом природно-техногенных особенностей на всей территории нашей страны. Реализация подобной технологии в виде динамически обновляемой географической информационной системы призвана автоматизировать экспертные процедуры и непосредственно способствовать выработке ответственных решений	2023	НИИ экологического профиля.
67	Следствие увеличения	Создание в максимально	Долгосрочная стратегия	Система сбора информации	2021–	Западно-

1	2	3	4	5	6	7
	<p>концентрации углеродного следа – глобальное изменение климата, наводнения, смерчи, ураганы, ливни и аномальная жара. Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду предстоит комплексно подойти к совершенствованию существующих технологических процессов, а также внедрению новейших технологий, позволяющих сократить выброс CO<sub>2</sub>.</p>	<p>короткие сроки единой системы мониторинга и учёта углеродного следа, чтобы уберечь российских промышленников от необходимости выплачивать Евросоюзу «углеродный налог». Без работающей системы сбора информации о выбросах рассчитать углеродный след не получится. Создание сети специализированных обсерваторий, позволяющих выполнять мониторинг пространственного распределения углеродного следа в атмосфере, в том числе, в широком диапазоне высот в реальном масштабе времени. Формирование карты текущего и прогнозируемого распределений углеродного следа. Планирование мер по минимизации негативного воздействия углеродного следа.</p>	<p>прогнозируемого снижения углеродного следа на основе создания сети специализированных обсерваторий, позволяющих выполнять мониторинг пространственного распределения углеродного следа в атмосфере, в том числе, в широком диапазоне высот, в реальном масштабе времени с использованием многоволновых лидарных комплексов</p>	<p>о выбросах CO<sub>2</sub>. Технология отслеживания пространственного распределения углеродного (карбонового) следа в реальном масштабе времени как инструмент прогнозирования и принятия адекватных мер в отношении значительных источников, создающих углеродный (карбоновый) след, что позволит оперативно реагировать на ситуацию, минимизируя затраты ресурсов. Выполнение непрерывного мониторинга в удаленном от промышленных центров природном резервате. Использование алгоритмов Data Science для более точной оценки ситуации и формирования прогноза</p>	2022	Кавказский научный центр
		<p>Учет космофизических факторов, космических циклов, факторов</p>	<p>Долгосрочная стратегия снижения прогнозируемого углеродного следа на основе</p>	<p>Для прогнозирования воздействия на окружающую среду с</p>	2022	

1	2	3	4	5	6	7
		космической погоды, в том числе, циклов Солнечной активности. Уточнение роли магнитного поля Земли в распределении и нейтрализации углеродного следа. Расширение сети геомагнитных наблюдений и сопоставление получаемых данных с данными о распределении углеродного следа. Выполнение геомагнитного мониторинга возможно только на территориях, свободных от промышленных и электромагнитных помех, например, на территориях биосферных заповедников.	создания сети специализированных геомагнитных обсерваторий, позволяющих выполнять мониторинг вариаций геомагнитного поля (космическая погода) для сопоставления с пространственным распределением углеродного следа в атмосфере, в реальном масштабе времени. Создание системы сбора информации о вариациях геомагнитного поля (космическая погода) для сопоставления с пространственным распределением углеродного следа в атмосфере, в реальном масштабе времени. В ряде случаев, факторы космической погоды способны оказывать нейтрализующее действие на повышенные концентрации углеродного следа в атмосфере	выбросов CO <sub>2</sub> требуется уточнение роли магнитного поля Земли в распределении и нейтрализации углеродного следа путем расширения сети геомагнитных наблюдений		
68	Двуокись углерода является парниковым газом (наряду с водяным паром, метаном и многими другими газами). Проявление карбонового следа – усиление парникового эффекта, что в свою очередь, может привести к повышению температуры атмосферы и земной поверхности. Последствия этого делятся на предсказуемые и непредсказуемые. К	Климат представляет собой результат взаимодействия множества физических, химических и биологических процессов. Процессы, влияющие на климат, протекают по-разному в различных регионах (океан или суша, горы или равнина, пустыня или тропический лес, плотно или мало	Создание специального компьютерного инструмента «цифровой климатический двойник Земли», с помощью которого можно будет проводить сравнительный анализ различных направлений по уменьшению воздействия углеродного следа	Для корректного выбора наиболее эффективных технологий, направленных на уменьшение негативного воздействия карбонового следа, необходимо создать «цифровой климатический двойник Земли»	2025	Академические институты, университеты и другие научные учреждения России. Координатором и главным исполнителем должна быть Российская академия наук

1	2	3	4	5	6	7
	<p>предсказуемым последствиям относятся увеличение площади пустынь и повышение уровня мирового океана из-за таяния ледников в Антарктиде, Гренландии и других районах. К непредсказуемым (при существующем уровне знаний) последствиям следует отнести, в первую очередь, возможные изменения климата. Вероятны сценарии, при которых умеренно негативное изменение климата в целом на Земле может сопровождаться катастрофически негативными изменениями в отдельных регионах.</p> <p>2. При прогнозировании последствий глобального потепления, в том числе вследствие углеродного следа, необходимо учитывать, что этот эффект в различных регионах может быть не просто различным, но и иметь различные «знаки». Например, увеличение из-за потепления площади пустынь – отрицательный эффект, однако одновременное уменьшение из-за того же потепления зон вечной мерзлоты – это эффект уже положительный. Поэтому для таких стран, как Россия и Канада, где огромная часть территории «выпадает» из-за слишком низкой температуры, глобальное потепление может быть и</p>	<p>заселенные территории и т.д.). Поэтому задача прогнозирования климатических изменений – это задача комплексная. В последние годы для решения сложных комплексных задач, где надо учитывать взаимодействие множества различных факторов, появился новый подход, основанный на создании цифровых двойников (виртуальных копий) изучаемого объекта или явления. Цифровой двойник позволяет воспроизводить явление или объект на компьютере с требуемой точностью. Представляется, что проблема воздействий на климат настолько комплексная и сложная, что единственным кардинальным способом получения достоверных прогнозов в этой области является создание цифрового двойника Земли в части процессов и явлений, влияющих на климат.</p> <p>1. «Цифровой климатический двойник Земли» востребован. Всю</p>				

1	2	3	4	5	6	7
	<p>полезным. В качестве примера можно указать на естественную «очистку» ото льда прилегающей к России части Ледовитого океана, в результате чего в последние годы значительно облегчилась навигация по Северному морскому пути.</p> <p>3. При оценке угроз от карбонового следа необходимо учитывать возможность срабатывания обратных связей. Например, сжигание углеводородов в Сибири во многом обусловлено необходимостью отопления в зимний период. Если же возникающий из-за этого карбоновый след приведет к заметному потеплению, то и количество углеводородов, необходимых для обеспечения отопления, уменьшится, и, соответственно карбоновый след уменьшится сам собой.</p> <p>4. Необходимо учитывать, что климат на Земле даже без всякого вмешательства со стороны человека величина непостоянная. Достаточно вспомнить, что еще до появления человека имели место периоды глобальных потеплений, чередовавшиеся с ледниковыми периодами. Это означает, что существуют чисто природные явления и циклы (солнечная активность, вулканическая деятельность и</p>	<p>подготовительную работу, такую, как разработка физико-математических моделей и вычислительных алгоритмов для их реализации, можно и нужно начинать уже сейчас.</p> <p>2. «Цифровой климатический двойник Земли» может дать наиболее достоверный прогноз по влиянию карбонового следа. Если окажется, что данное явление представляет опасность, начнется проработка различных мероприятий для парирования этой угрозы. Поскольку климат – явление сложное и комплексное, то задача предварительной оценки эффективности тех или иных мероприятий является, по сути, такой же трудной задачей, что и задача о последствиях карбонового следа.</p> <p>3. В дальнейшем различные угрозы будут повторяться, как со стороны антропогенной деятельности (например, аварии на крупных химических предприятиях</p>				

1	2	3	4	5	6	7
	<p>т. д.), приводящие к климатическим изменениям, и последствия антропогенной деятельности, включая карбоновый след, являются, на самом деле, некоторой интерференцией с этими природными факторами. Таким образом, прогнозирование климатических изменений на основе только средних по земному шару, причем за сравнительно небольшой промежуток времени, данных о динамике температуры атмосферы и величине карбонового следа неприемлемо. Достоверная оценка угрозы карбонового следа может быть сделана только после предварительной серьезной научной проработки этой проблемы с детальным учетом всего комплекса эффектов применительно к географическим особенностям России. Логичным завершением такой научной проработки было бы официальное экспертное заключение Российской академии наук</p>	<p>или энергетических объектах с выбросами различных веществ в атмосферу), так и со стороны природных явлений (например, крупные вулканические извержения с выбросами пепла и газов). Будет возникать необходимость в прогнозировании последствий и здесь «Цифровой климатический двойник Земли» также будет востребован.</p> <p>4. По имеющимся данным, в Европе работа по созданию такого компьютерного инструмента уже начата.</p> <p>5. Работа по созданию «цифрового климатического двойника Земли» – это работа сложная и разноплановая. Для успешного решения данной задачи должны объединить усилия физики (модели физических процессов), математики (вычислительные алгоритмы) и специалисты по компьютерным технологиям (максимальное</p>				

1	2	3	4	5	6	7
		<p>использование возможностей современных и перспективных суперкомпьютеров). По многим направлениям работа в России ранее уже велась, российскими учеными фактически создан определенный задел. Однако до сих пор такие работы велись, в целом, разрозненными силами и имели фрагментарный характер. Надо скоординировать эту работу в рамках единой программы. Разумеется, выполнение программы по созданию «цифрового климатического двойника Земли» потребует крупного финансирования. Однако, даже при самом благоприятном финансировании, затраты со стороны бюджета страны будут существенно меньше, чем при перестройке всей энергетики в связи с карбоновым следом, особенно, если такая перестройка будет проводиться на основе некачественного</p>				

1	2	3	4	5	6	7
		прогноза. 6. Разработка «цифрового климатического двойника Земли» будет крупным вкладом в общий современный тренд по развитию передовых цифровых технологий в России				
69	Замедление транспорта лучистой энергии в атмосфере и как следствие – рост глобальной температуры	Строгий расчёт роли всех парниковых газов вместе с изучением глобальной циркуляций воздушных и водных масс Земли. Изучение источников и стоков углекислого газа как промышленных, так и природных	Уменьшение выбросов	Методы расчёта лучистого транспорта – расширение базы данных по пробегам во всех спектральных диапазонах	2021–2024	Физические институты атмосферы, океанологии и т.д.
<b>Технологии</b>						
70	Негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека.	Применение технологий улавливания и захоронения углерода	Выделение CO <sub>2</sub> с использованием ферментов	Выделение CO <sub>2</sub> с использованием ферментов Преимущества – относительно низкочрезвычайно затратный метод по сравнению с остальными методами утилизации CO <sub>2</sub>	2025	НИИ РАН
71	Выбросы метана в атмосферу от животноводства. Производство синтетического мяса уменьшает объем выбросов парниковых газов на 78-96% по сравнению с традиционным птицеводством при равных объемах.	Снижение выбросов метана в атмосферу в результате ограничения масштабов животноводства. Изменение пищевых привычек.	Клеточные технологии	Разработка конкурентоспособной технологии клеточного мяса. Масштабирование производства для снижения себестоимости. Подготовка специалистов, владеющих технологией создания искусственного мяса	2025	ФГБОУ ВО МГУПП, Казанский федеральный университет, ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова, 3D Bioprinting Solutions (ГК «Инвитро»)



1	2	3	4	5	6	7
72	Изменения климата оказывает выраженное влияние на состояние здоровья людей в России. Увеличение частоты и длительности волн жары (периодов сухой и жаркой погоды) приводит к повышению заболеваемости и смертности населения, особенно в группах риска (дети, пожилые люди, люди с хроническими заболеваниями органов кровообращения и дыхания). Это осложняется ухудшением качества воздуха	Методики МГЭИК с использованием национальных параметров и СТО Газпром 031-2007 Методика проведения измерений объемов эмиссии метана в атмосферу на объектах ОАО «Газпром»	Научно-технологические направления уменьшения воздействия углеродного следа: структуры Росгидромета, РАН и Высшей школы экономики	Ветряные турбины. Эмитируют в три раза меньше парниковых газов, чем ядерные установки, и в четыре раза меньше по сравнению с гидрогенераторами. Переработка и повторное использование энергии парниковых газов. Сбор и утилизация свалочного газа. Снабжение домохозяйств электричеством, полученным из этого газа	2022	НИИ и НПО ОАО «Газпром», Росгидромет, РАН
73	Возрастающие объемы сжигания угля, газа, нефтепродуктов. Уничтожение «легких планеты» – вырубка лесов и загрязнение океанов	Химико-технологические и организационные решения	Повышение эффективности сжигания угля, газа, нефтепродуктов в промышленных масштабах за счет более эффективных катализаторов и многих циклов сжигания. Выкуп международными сообществами под эгидой ЮНЕСКО уникальных мест обитания (часть территории Мадагаскара, Галапагоса, Индонезии) для спасения уникальных биоценозов.	Технологии очистки продуктов горения	2022	Институт Катализа <a href="http://www.catalysis.ru/">http://www.catalysis.ru/</a> Интеграционные НИР, выполняемые международными научными сообществами в кооперации
74	В РФ значительная часть генерации энергии производится в ТЭЦ/ТЭС за счет сжигания угля. Уголь перед сжиганием подвергается измельчению до пылевидного состояния. При этом, все содержащиеся в угле примеси также подвергаются измельчению до пылевидного	Отечественная технология оптимизации угольных топок. Очистка воздушных бассейнов в промышленных центрах, окруженных угольными ТЭЦ/ТЭС на основе технологии оптимизации	Модернизация действующих угольных котлов и строительство новых по российской апробированной технологии повышения качества угольной генерации энергии, которая позволяет обеспечить: а) интенсивный теплообмен при полном отсутствии шлакования	Отечественная технология оптимизации угольных топок	2021–2025	Минэнерго, РАО ЕЭС

1	2	3	4	5	6	7
	<p>состояния с обильной нанометровой фракцией, которая проходит через все типы современных фильтров очистки. Только в последний год, наконец, появились публикации о вреде для экологии и здоровья этой фракции выбросов, которая приводит к смогу. Пылевидный уголь взрывоопасен. При огромном объеме сжигаемого угля в масштабах РФ все примеси углей также в нанометровой фракции выбрасываются в атмосферу – это ртуть, кадмий, мышьяк и многое другое – все небезопасные вещества. Температура горения пылевидного угля высокая, что запускает появление окислов азота, что также вредно для экологии РФ и здоровья нации. В ряде случаев угли содержат серу, и при сжигании образуется диоксид серы, что также вредно для экологии и здоровья. Наконец, не преодолен процесс шлакования поверхностей нагрева – многие мегаваттные топki приходится останавливать, остужать и очищать от шлаков в условиях повышенной вредности для рабочих. Современные угольные технологии плохо приспособлены к высоковлажным и высокочольным углям, что</p>	<p>угольных топок.</p>	<p>поверхностей нагрева;  б) устойчивое воспламенение и выгорание углей, включая тощие, высоковлажные и высокочольные, в том числе без предварительной сушки и «подсветки» резервным топливом; в) взрывобезопасность и пожаробезопасность, повышение ремонтпригодности и снижение затрат на обслуживание систем подготовки топлива; г) повышение КПД – для паровых котлов на 2–3%, для водогрейных – на 10–15%, с сокращением объема газов, создающих парниковый эффект; д) комплексное снижение концентраций окислов азота NO<sub>x</sub> до уровня 290-470 мг/нм<sup>3</sup>, диоксида серы SO<sub>2</sub> до уровня 0 мг/нм<sup>3</sup>; е) многотопливность; ж) снижение эмиссии твердых частиц R<sub>ox</sub> до 25 мг/нм<sup>3</sup> с электрофильтром без его модернизации, с сокращением выбросов особо тонких (менее 10 мкм) пылевых частиц, участвующих в образовании смога; з) повышение мощности котельных установок без превышения норм выбросов в окружающую среду с ограничениями по условиям работы тягодутьевых средств; и) обеспечение экологически</p>			

1	2	3	4	5	6	7
	заставляет производить предварительную сушку и «подсветку» резервным топливом. Эти недостатки распространенной технологии все более мелкого «пылеприготовления» сужают виды употребляемого угля до высокосортного, дорогого и, подчас, требующего дальние перевозки.		безопасной возможности термического уничтожения твёрдых коммунальных отходов			
75	По оценкам экспертов, 2% выбросов приходится на отрасль инфокоммуникационных технологий (ИКТ), из них около 25% приходится на системы мобильной связи. Исследования показали, что главным фактором, связанным с воздействием на окружающую среду, является сеть радиодоступа, как основной элемент потребления электроэнергии. В составе радиосети главным ее потребителем являются базовая станция	Использование динамического программного обеспечения (Dynamic software). Такое программное обеспечение в базовой станции имеет энергосберегающие функции. Эти функции способны оптимизировать потребление электроэнергии в сети радиодоступа (снизить до 25%) в периоды низкого трафика за счет адаптивного снижения мощности излучений. С внедрением сетей связи пятого 5G и последнего поколения данный подход приобретает особую значимость. Топология сети сотовой связи оказывает существенное влияние на энергоэффективность в силу того, что она	Технические решения по снижению потребляемой электроэнергии элементами сетей и, особенно базовыми станциями, носят комплексный характер и строятся на применении энергоэффективных радиоустройств, сетевых топологий, архитектур и протоколов, а также на методах динамического управления (планирования) сетями. Эти решения получили название «экологического радио» (Green Radio – Зеленое радио). В основе такого планирования лежит перераспределение активных пользователей сети из малозагруженной в соседнюю ячейку с последующим выключением недозагруженной базовой станции. Такая возможность может появляться в ночные часы («ночная зона»). Усилия в этой работе должны быть направлены на внедряемые в России сети сотовой связи 5G и	Технологии динамического управления (планирования) сетями 5G, способные оптимизировать потребление электроэнергии как отдельными сетевыми элементами, так и во взаимодействии их в составе полной сети	2022-2025	«Ростех» и входящие в него холдинги, НИИ «Радио»

1	2	3	4	5	6	7
		<p>определяет архитектуру сетевых элементов, взаимодействие между ними и условия их функционирования. Топология современных сетей включает в себя не только архитектурную часть, но и такие ее показатели, как производительность, надежность и масштабируемость, которые оказывают значительное влияние на эффективность использования потребляемой электроэнергии</p>	<p>последующих поколений</p>			
76	Негативное влияние выбросов ДВС	<p>Многокритериальный подход, принятый в таксономии (классификация и систематизация сложноорганизованных областей деятельности, имеющих иерархическое строение)</p>	<p>Переход от ДВС к электродвигателям в системах наземного, воздушного и водного транспорта.</p>	<p>Расширенное использование дистанционных услуг и технологий, базирующихся на интернете и связанных с интеллектуальным трудом и обучением, снижающих потребность в использовании транспортных средств. Создание технологии проектирования городских маршрутов общественного городского транспорта, минимизирующих воздействие углеродного следа на экосистему города, учитывающей его специфик</p>	2022–2024	НИИ и НПО Минпромторга, Минтранса России

1	2	3	4	5	6	7
77	Низкая надежность и зависимость возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой) от климатических условий и колебаний погоды. Необходимость приспособлять процесс энергообеспечения регионов к колебаниям погоды за счет поддержания и оперативного использования источников энергии на ископаемом топливе (что увеличивает расход энергии и объем выбросов углекислого газа). Системы накопления и буферизации энергии должны обеспечивать не менее трех суток бесперебойного энергоснабжения, чтобы эффективно перезапустить ВИЭ в случае форс-мажора. Сбои в энергоснабжении влекут за собой сбои во всех аспектах жизни нашей цивилизации. Энергетика должна быть сверхстабильной системой	Экологически эффективные методы поддержания угольных и газовых электрогенерирующих станций в состоянии готовности для оперативной компенсации потерь электроэнергии от возобновляемых источников энергии. Методы управления возобновляемой энергетикой с учетом экологически эффективного поддержания и использования генерирующих систем на ископаемом топливе.	Глубокая переработка углеводородов и программа газификации регионов. Разработка эффективных чистых методов эксплуатации угольных и газовых электрогенерирующих станций для оперативной компенсации потерь электроэнергии от возобновляемых источников энергии. Повышение уровня автоматизации в системах управления энергетикой в рамках национальной программы «Создание центра четвертой промышленной революции»	Технологии повышения экологической чистоты генерирующих станций на ископаемом топливе и оборудование для эффективной очистки продуктов их функционирования. Технологии и оборудование для управления энергетикой региона на возобновляемых источниках энергии и генерирующих системах на ископаемом топливе	2022–2023	НИИ и машиностроительные предприятия угольной и нефтегазовой отраслей, Минэнерго России
78	Дальнейшее увеличение вычислительных мощностей и прогресс в области суперкомпьютеров требует огромных затрат энергии	Уменьшение энергозатрат за счет развития альтернативных подходов к обработке информации	Развитие альтернативных подходов и методов вычислений, в частности обратимых вычислений и квантовых компьютеров.	Квантовые технологии, квантовые компьютеры, криоэлектроника	2022	РАН, Дорожная карта РФ по развитию квантовых технологий
79	Отсутствие методики оценки углеродных единиц как актива, который можно передавать (продавать) от одного хозяйствующего субъекта другому. Отсутствие системы обеспечивающей передачу	Создание методики оценки углеродных единиц как актива (финансового актива), который можно будет включать в хозяйственный оборот и	Модернизация промышленных предприятий на новой технологической основе (технологии с низким выбросом углерода) и одновременно поддержка нового, только создающегося секвестрационного	Внедрение в обычную хозяйственную практику финансовой системы учета углеродных единиц, определение их рыночной стоимости, создание структуры, посредством	2022–2024	ФГБУ «Научно-исследовательский финансовый институт Министерства финансов Российской

1	2	3	4	5	6	7
	углеродных единиц. Отсутствие системы государственного регулирования процесса, мотивирующей к созданию рынка углеродных единиц и их монетизации. Дополнительные риски – риск потери внешних рынков и риск перемещения добавленной стоимости из России (в виде углеродных платежей, налогов и штрафов) в развитые страны	осуществлять с ним сделки купли-продажи. Разработка мер государственного регулирования и поддержки процессов, создающих новый рынок (углеродных единиц). Мотивация предприятий к модернизации производственных процессов и переходу к новым технологиям, которые имеют меньший углеродный след	бизнеса (бизнес по улавливанию, накоплению, хранению углерода)	которой предприятия смогут обмениваться углеродными единицами.		Федерации»
80	Угольные ТЭС являются источником значительной доли всех выбросов CO <sub>2</sub> в атмосферу и ртутного загрязнения. В «Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» предполагается «Повышение эффективности производства электроэнергии на ТЭС (запуск конкурентных рынков электроэнергии и мощности, ввод 30 ГВт современных высокоэффективных мощностей и вывод из эксплуатации более 17 ГВт устаревших мощностей.	Совершенствование Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Регулирование государственного учета выбросов парниковых газов. Планирование в области научных исследований и коммерциализации технологий. Повышение уровня «репрезентативности» за счет данных дистанционного зондирования Земли в различных спектральных диапазонах, позволяющих определять площадь и физические	Угольная отрасль	Развитие технологий улавливания и захоронения углерода (Carbon Capture and Storage Technology – CCS). Данные технологии признаны критически важными для сдерживания роста температуры на планете в пределах 1,5–2 °С к 2050 г. Технология кальциево-карбонатного цикла (ККЦ), использующая в качестве хемосорбента (сорбент, образующий при взаимодействии с поглощаемым веществом химическое соединение) оксид кальция, который получают из дешевых и широко распространенных кальцийсодержащих известняков и доломитов.	2030–2035	НИИ и НПО угольной отрасли, Минэнерго России

1	2	3	4	5	6	7
		<p>характеристики различных типов природных экосистем, оценивать динамику и пространственную изменчивость основных парниковых газов, аэрозолей и малых газовых составляющих.</p>		<p>Применение данной технологии ориентировано, в первую очередь, на угольные электростанции с высокими выбросами CO<sub>2</sub> на единицу производимой мощности.</p> <p>Экологически чистое выделение CO<sub>2</sub> с использованием ферментов. Использование ферментов – органических веществ белковой природы. Ключевая роль в ферментном разделении CO<sub>2</sub> отводится карбоангидразе, имитирующей природный фермент человеческих легких, который захватывает и выводит CO<sub>2</sub> из крови и тканей. Для работы в промышленных условиях фермент иммобилизуется с растворителем внутри реактора.</p> <p>Мембранные системы для захвата CO<sub>2</sub> до сжигания.</p> <p>Использование мембранных систем, не требующих серьезных инвестиций по установке.</p>		
81	<p>Возрастающее воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, ухудшение экологической обстановки, ухудшение качества</p>	<p>Закрепление в национальных стандартах перспективных показателей по вредным выбросам и применение</p>	<p>Разработка и внедрение наилучших доступных технологий (НДТ), сопровождаемое мерами по стимулированию предприятий</p>	<p>Активное развитие взаимодействия с Бюро НДТ Росстандарта, а также с профильными техническими комитетами</p>	2022	<p>Бюро НДТ Росстандарта</p>

1	2	3	4	5	6	7
	жизни и существенные трудности при управлении устойчивым развитием территорий	данных стандартов как инструмента для повышения качества природоохранного и энергетического законодательства		по технологиям и оборудованию		
82	Здоровье, природа, климат	Формирование ежегодных отчетов государственных и бизнес структур о значительном ежегодном снижении углеродных выбросов. Повсеместное высаживание новых лесов; запрет на экспорт круглой древесины; увеличение экспорта изделий из древесины; переход на электротягу	Аддитивные технологии	Использование плазменных установок для сжигания любых видов твердых бытовых отходов (ТБО). Ресурсосберегающие технологии обработки.	2022–2025	НИИ и НПО Минпромторга
83	Неконтролируемые климатические изменения	Автоматизированные системы мониторинга окружающей среды (АСМОС), включающие сенсоры и сенсорные цифровые платформы. Такие платформы станут драйверами развития сенсорики, отечественных микроэлектронных изделий, источников автономного питания и накопления энергии. Использование и развитие автономных каталитических систем превращения углекислого газа в жидкие топлива и целлюлозу.	Природоподобные системы искусственного фотосинтеза	Создание фотокаталитических и фото-электрокаталитических систем	2024	Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»



1	2	3	4	5	6	7
		Развитие систем искусственного фотосинтеза				
84	Увеличение частоты стихийных бедствий. Сокращение запасов питьевой воды. Расширение зон пустынь. Во многих регионах – вспышки эпидемий, инфекционных заболеваний, голод. При самых негативных прогнозах под угрозой может оказаться жизнь на Земле	Поддержка разработки новых технологий, помогающих сократить энергопотребление и снизить выбросы парниковых газов. Поддержка разработки новых технологий, эффективных и жизнеспособных решений в сфере утилизации, вторичного использования и переработки отходов. Дифференциация ставок налогообложения в зависимости от совокупных объемов выбросов на всем протяжении жизненного цикла произведенной продукции	Мониторинг и сокращение углеродного следа российских предприятий химической, нефте- и газоперерабатывающей промышленности, предприятий водоснабжения и водоотведения. В открытые отчёты ведущих предприятий сектора целесообразно включить разделы, отражающие усилия и успехи компаний в области повышения энергоэффективности и сокращения углеродного следа. Введение так называемого «углеродного налога», направляемого на реализацию экологических программ	1. «Парогазовые технологии для производства тепловой и электрической энергии в комбинированном цикле». Использование газовой турбины вместо традиционного для ТЭЦ энергетического котла, вырабатывающего пар для паровой турбины. Эффективность использования топлива выше, чем традиционный паросиловый цикл. 2. «Зеленая» энергетика, под которой понимается полный отказ от углеродной энергетики с переходом на альтернативные источники, преимущественно солнце и ветер	2022–2025	Татнефть, Газпром, Сколтех
85	Нарушение баланса поступления оксидов углерода и метана в атмосферу и поглощения этих веществ в процессе фотосинтеза	Балансовый метод и мониторинг, в том числе космическими аппаратами. Статистический учет источников выделения и выбросов углеродсодержащих веществ	Модернизация и реконструкция сжигающих устройств с освоением наиболее эффективных аппаратно-технологических схем сжигания топлива и производства энергии. Освоение процессов сжигания в кислороде. Сокращение потерь энергии при транспортировке и потреблении	Модернизация аппаратно-технологических схем сжигания топлива на действующих ТЭС с освоением снижения эмиссии оксидов углерода как за счет процесса сжигания, так и за счет внедрения систем сухой очистки отходящих газов от CO <sub>2</sub> . Связывание углекислого	2021–2023	ООО «Центр диагностики, экспертизы и сертификации» Санкт-Петербург

1	2	3	4	5	6	7
				газа в продукты органического синтеза с последующим их использованием для получения полимерных материалов. Примером такого процесса может служить присоединение углекислого газа к этиленоксиду и его производным с получением циклических карбонатов		
86	Негативное влияние на климат. Снижение эффективности используемых энергоносителей. Негативное воздействие на элементную базу устройств электроники, катализаторов, транспортную сферу, выработку, передачу и хранение электроэнергии, био- и фармацевтическое производство	Оптимизация потребления энергии. Утилизация конечных продуктов процесса выработки энергии. Компенсация углеродного следа за счет естественных и технологических факторов. Развитие возобновляемой энергетики. Развитие безотходного производства	Развитие каталитических технологий выработки энергии и утилизации отходов для производства продукции и частичного возобновления энергии	Разработка и внедрение гетерогенных катализаторов для высокоэффективного управляемого производства энергии из углеродного сырья, его воспроизводства и переработки отходов энергетики. Технология получения метанола из углекислого газа и воды с применением катализаторов на основе оксида молибдена. Это открывает возможность регенерации энергии и снижения углеродного следа на уровне 30 %	2022–2023	Институт катализа СО РАН им. Г.К. Борескова, Физико-технический институт РАН им. А.Ф. Иоффе, Институт химической физики РАН им. Н.Н. Семенова, ПАО НК «Роснефть», Северо-Осетинский государственный университет
87	Угрозы негативного воздействия углеродного (карбонового) следа в мировом масштабе нет! Количество выбросов антропогенного (связанного с деятельностью человека) и природного (вулканы) характера сопоставимы в мировом	Решение экологических проблемах теплоэнергетики. Для более основательного сопоставления существующих и перспективных технологий	Комплексный подход применения технологий совместной очистки дымовых газов от оксидов азота, углерода и серы с их внедрением в местах энергопроизводства. Такой точечный подход важен для мегаполисов и городов, где ТЭЦ,	1. Технологии совместной очистки промышленных газов от наиболее массовых загрязнителей с их утилизацией в виде товарных продуктов. 2. Создание лесопосадочных ферм	2022	ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН»

1	2	3	4	5	6	7
	<p>масштабе. Более того нельзя избирательно ограничиваться только поступлениями в атмосферу оксидами углерода (CO, CO<sub>2</sub>). Необходим комплексный подход по снижению поступления в атмосферу оксидов азота (NOx) и оксидов серы (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) и т. п. В противном случае очистка воздуха только от оксидов углерода проблему охраны окружающей среды не решит. Вред, причиняемый окружающей среде, проявляется не только в разрушении зданий и сооружений, отравлении атмосферы и почв токсичными соединениями и потере урожая, но и создании парникового эффекта, озоновых дыр, разрушении природных ареалов и утрате видовой многообразия.</p>	<p>энергопроизводства необходимо проведение исследования и контроля окружающей среды с учетом всех известных уровней – физического, химического, биологического (составляющих уровень экологии), социального, производственного и информационного (экономический уровень). Одним из общепризнанных выводов на сегодняшний день является то, что совершенно безвредной для окружающей среды технологии производства энергии вообще не существует. Следует отметить, что альтернативная энергетика (ветровая, солнечная и др.) всегда будет вносить очень малый вклад в энергопроизводство (2–5 %)</p>	<p>ТЭС и/или металлургические, нефтехимические и т.п. предприятия расположены в черте города (или в непосредственной близости). В этом случае данные технологии можно рассматривать как технологии, способствующие более глубокой переработки углеводородов с утилизацией вредных примесей в виде товарных продуктов</p>	<p>государственного уровня. Восстановление выезженных и вырубленных лесов Сибири, Алтая, Дальневосточного и Северного регионов. 3. Применение известных процессов жидкофазной амминной очистки газов от диоксида углерода с использованием растворов моно-, ди- и триметиламинонов. Данные технологии широко применяются в газовой и нефтеперерабатывающей промышленности для очистки природного и попутного газа для извлечения кислых компонентов, в том числе CO<sub>2</sub> путём сорбции диоксида углерода при 20–30 °С и последующей десорбции при 60 °С 4. Создание карбоновых ферм.</p>		
88	<p>Углеродный след от производственных процессов. Аналитическое оборудование, используемое в производственных процессах для контроля, оставляет углеродный след (метод оптической</p>	<p>Методы расчета на основе данных о деятельности предприятия. Организация производственных процессов без использования</p>	<p>Замена углеродсодержащих материалов на новые («чистые»); Разработка и внедрение новых («чистых») производственных технологий, оборудования. Замена гальванических методов очистки на плазменные</p>	<p>Разработка и создание технологии электродуговой безуглеродной очистки металлических изделий. Разработка оборудования для эмиссионной спектроскопии без</p>	2024	<p>Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН</p>

1	2	3	4	5	6	7
	эмиссионной спектроскопии). Карбоновый след возникает уже на ранней стадии производственного процесса – аналитических исследований	углеродсодержащих материалов способствует существенному уменьшению воздействия углеродного следа		использования углеродсодержащих веществ.		
89	Процесс накопления атмосферного углерода в форме CO <sub>2</sub>	Разработка технологии модификации лигнинов со сниженной температурой плавления. Разработка материалов, способных к формованию методами полимерной промышленности, способных частично заменить древесину и допускающих многократную вторичную переработку. Переработка и утилизация хранилищ лигнинов.	Разработка химических и биохимических методов очистки и модификации лигнинов. Разработка технологии и оборудования для переработки растительных отходов. Разработка и отработка постадийных процессов переработки. Разработка методов формования продукции. Создание материала, способного заменить древесину, и который можно многократно использовать повторно, как вторсырье. Прототип такого материала – арбоформ, основой которого стал лигнин. Использование растительных отходов – соломы, ботвы кукурузы, подсолнуха и т. п.	Химические и биохимические технологии очистки и модификации лигнинов. Разработка технологии и оборудования для переработки растительных отходов. Разработка технологии формования изделий из растительных отходов.	2021–2023	ИОА СО РАН г. Томск, НИББ ТГУ г. Томск
90	При захоронении радиоактивных отходов в массивах геологической среды возникают угрозы негативного воздействия карбонового следа на перераспределение концентрации напряжений вследствие сопутствующих температурных градиентов в подземных геологических слоях	Оценка перераспределения сдвигающих напряжений в плоскости слоев позволит выявить участки повышенной концентрации напряжений, что может служить в качестве мотивации создания дренажных сообщений между участками с	Конечно-элементное моделирование гетерогенной геологической среды с целью создания дренажных коммуникаций перераспределения напряжений в условиях воздействия углеродного следа	Технология подземного дренажного перераспределения концентрации напряжений	2025	Межведомственные научно-производственные коллективы, создаваемые на грантовой основе

1	2	3	4	5	6	7
		различной интенсивностью напряжений				
91	Снижение объема производства в нефтегазовой отрасли	Оценка углеродного следа конечного продукта с учетом всего пути продукта, всех элементов, составляющих технологический процесс и производство материалов. Разработка системы налогового стимулирования для предприятий, разрабатывающих и внедряющих передовые «безуглеродные технологии». Разработка отечественной системы классификации и сертификации материалов, технических средств и технологий, используемых в нефтедобыче, по углеродному следу	Создание энергоэффективных технических средств и экологически чистых технологий разработки и эксплуатации нефтяных месторождений	Обоснование и внедрение технологий повышения нефтеотдачи пластов на основе гидродинамических методов. Разработка, производство и применение биореагентов для повышения нефтеотдачи. Разработка и внедрение технологий повышения нефтеотдачи пластов с использованием углекислого газа. Разработка и внедрение химреагентов для использования в технологиях увеличения нефтеотдачи и обработки призабойной зоны нефтяного пласта, исключая образование нефтешламов. Разработка, производство и внедрение мини-электростанций, работающих на попутном нефтяном газе. Разработка новых видов спецтехники для производства работ при эксплуатации нефтяных месторождений с минимальным выбросом.	2021–2025	Создание консорциумов НИИ – нефтяная компания
92	Использование в повседневной	Технологии Green	Разработка методов и технологий	Новый комплекс методов и	2023–	Профильные вузы

1	2	3	4	5	6	7
	<p>лабораторной практике больших объемов токсичных растворителей и реагентов. Современные аналитические приборы и методики часто требуют длительной пробоподготовки, в ходе которой используются эти вещества. Все это приводит к выбросу в окружающую среду значительного объема токсичных органических отходов</p>	<p>Analytical Chemistry (т. н. «зеленой» аналитической химии). Пересмотр используемых растворителей и реагентов и замена их на более экологически чистые и нетоксичные. Снижение объемов токсичных отходов при химическом анализе на предприятиях всех отраслей промышленности, в надзорных органах, в медицинских и исследовательских учреждениях</p>	<p>аналитической химии, использующих в процессе анализа нетоксичные и легко разлагаемые растворители и реагенты</p>	<p>приборов для реализации химического анализа с генерацией минимального объема токсичных отходов</p>	<p>2025</p>	<p>и институты РАН химического профиля</p>
93	<p>В сумму карбонового следа на планете существенный вклад вносят процессы очистки сточных вод: механические, химические, физико-химические и биологические, поскольку конечным продуктом окисления углеродсодержащих органических и неорганических загрязнений, в основном, является углекислый газ. При транспортировании сточных вод на очистные сооружения уменьшается их окислительно-восстановительный потенциал, что приводит к азотфиксации, т. е. поглощению азота из атмосферы, с образованием дополнительно аммонийных загрязнений, выделение которых</p>	<p>Методология уменьшения карбонового следа в технологиях очистки сточных вод. Уменьшение вторичного дополнительного загрязнения сточных вод с увеличением выбросов углекислого газа при отведении сточных вод по трубопроводам и лоткам. Уменьшить выбросы от системы водоотведения возможно, если трубопроводы и лотки рассматривать не только в качестве элемента транспортирования сточных вод, но и как первую ступень очистных</p>	<p>Технологии снижения выбросов диоксида углерода на стадии транспортирования в трубопроводах и лотках путем повышения окислительно-восстановительного потенциала сточных вод со снижением сульфатредукции и предотвращением азотфиксации с одновременной дезинвазией.</p>	<p>Снижение выбросов диоксида углерода в технологиях очистки сточных вод. Планируется внедрять на предприятиях «Водоканал» в РФ</p>	<p>2021–2024</p>	<p>Донской государственный технический университет, ООО «Предочистка», г. Новочеркасск, Ростовской области</p>

1	2	3	4	5	6	7
	из воды требует дополнительных расходов электроэнергии, при производстве которой образуется диоксид углерода	сооружений.				
94	Сжигание на открытых факелах попутного нефтяного газа (ПНГ) при освоении месторождений приарктических территорий	Разработка комплекса мер по использованию ПНГ и снижению объема выбросов углерода в атмосферу при освоении месторождений нефти	Утилизация ПНГ путем его использования для выработки электроэнергии на нефтепромыслах, обоснование системы сбора и транспорта ПНГ, внедрение автономных модулей по сжижению газа на объектах нефтяной инфраструктуры	Эколого-экономическое обоснование создания системы сбора, подготовки и транспортировки попутного нефтяного газа из месторождений прибрежно-шельфовой зоны Печорского моря	2022–2025	Северный (Арктический) федеральный университет, нефтедобывающие компании (дочерние предприятия НК «Лукойл», НК «Роснефть») на территории НАО
95	Увеличение глобальной средней приземной температуры атмосферы, которое может повлечь, не только различные неблагоприятные изменения теплового и водного режима регионов, но и глобальные изменения атмосферной циркуляции, которые могут привести к не предсказанным еще неблагоприятным для людей изменениям погодных условий на всех континентах	Создание сети систематических измерений содержания углекислого газа, дооснащение метеорологических и климатических станций существующей гидрометеорологической сети необходимыми приборами. Регламент регулярной обработки систематических измерений. Программы подготовки специалистов природоохранных и географических специальностей курса по расчету углеродного следа от различных хозяйственных и	Орانا существующих лесных и болотных ландшафтов, развитие озеленения территорий проживания людей, совершенствование методов снижения пожароопасности. Создание индустриальных систем улавливания и последующей утилизации углекислого газа как выделяемого предприятиями, так и содержащегося в атмосферном воздухе	Технология активных воздействий на облака с целью вызывания осадков, которую следует развивать в целях возможного тушения природных пожаров. Технология контроля пожароопасности территорий в целях планирования противопожарных мер	2022–2024	Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воекова (СПб)

1	2	3	4	5	6	7
		социальных объектов. Основы расчета углеродного следа от жизнедеятельности человека следует преподавать и в школьном курсе географии				
96	Деятельность человека является прямым и косвенным источником поступления в атмосферу планеты парниковых газов	Исследование и внедрение достижений в создании автономных мобильных магнитных генераторов в качестве альтернативного способа получения электрической энергии без выброса углекислого газа в атмосферу. В случае получения убедительного доказательства перспективности использования автономных мобильных магнитных генераторов в качестве альтернативного способа получения электрической энергии – запуск пилотного проекта по тестированию магнитных генераторов	Использование автономных мобильных магнитных генераторов в качестве альтернативного способа получения электрической энергии для различных целей, исключая создание углеродного следа. В настоящее время, магнитные генераторы, известные как Earth Engine, извлекают полезную энергию из взаимодействия неодимовых магнитов и прошли всестороннее исследование и апробацию	Использование автономных мобильных магнитных генераторов в качестве альтернативного способа получения электрической энергии для различных целей, использование которых исключает выброс углекислого газа в атмосферу. В связи с успешным тестированием данной инновационной разработки, дальнейшее использование двигателей внутреннего сгорания теряет смысл, и они могут быть поэтапно выведены из использования, что окажет значительное влияние на сокращение выбросов углекислого газа в атмосферу	2022	Западно-Кавказский научный центр
97	Выбросы CO <sub>2</sub> с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) транспортных средств	Совершенствование методик оценки выбросов CO <sub>2</sub> с отработавшими газами ДВС. Отказ от ДВС, переход на электропривод и водородную энергетику,	Декарбонизация транспорта	Электротранспорт с зарядкой от централизованного источника питания, электротранспорт с топливными элементами.	2030	СПбГТУ, ТюмГУ, Нижегородский государственный технический университет



1	2	3	4	5	6	7
		причем водород должен использоваться как активный элемент в топливных ячейках для выработки электроэнергии				
98	Угрозы негативного воздействия углеродного (карбонового) следа вытекают из необходимости повышения эффективности и энергосбережения в народном хозяйстве, в частности в авиационно-космическом двигателестроении и отраслях, связанных с применением турбомашин	Оптимизация и повышение эффективности (КПД) двигателей и турбомашин (лопаточных машин)	Повышение эффективности процесса горения топлива, переход на экологически чистое топливо (метан, водород), повышение КПД насосов, турбин, компрессоров. Повышение эффективности высокооборотных насосов с многоярусными рабочими колесами. Оптимизация процесса горения метана в камере ЖРД	Повышение эффективности жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) на топливе метан-кислород. Повышение КПД и ресурса турбонасосных агрегатов ЖРД	2021–2025	НИИ и НПО Минпромторга, НИИ РАН
99	Транспортные и технологические машины (ТТМ) производственного сектора, строительства и агропромышленного комплекса при эксплуатации являются источником выбросов CO <sub>2</sub> при работе двигателя внутреннего сгорания. Предприятия сервиса при обслуживании и ремонте ТТМ используют технологии не способствующие декарбонизации процессов. Угрозы негативного воздействия карбонового следа для АПК находятся практически во всех сферах деятельности, ключевым является загрязнение почв при функционировании техники	Технологии рециркуляции отработавших газов. Методика управления сгоранием с обратной связью в ДВС. Разработка нового семейства газовых датчиков и датчиков концентрации, не чувствительных к воздействию посторонних веществ, такие как мехатронные системы и компоненты микромеханических датчиков. Снижение собственной перекрестной чувствительности к другим средам датчиков	Разработка и внедрение технологий карбонового мониторинга территорий по критерию природной идентичности биоразнообразия, перевод информации в базы Интернет вещей и создание синергетически адаптивных к окружающей среде интеллектуальных площадок. Концепция включения целевого индикатора карбонового мониторинга в программу развития техники и технологий, обоснование введения в ТР ТС «О безопасности машин и оборудования» как дополнительного критерий допуска к эксплуатации	Переход от технологий контроля содержания CO <sub>2</sub> в окружающей среде на технологии улавливания (захвата) CO <sub>2</sub> с аккумулярованием для последующей дегазации, по примеру мембранных систем для технических средств сопровождения процессов строительства, АПК и прочего. Поиск ферментов и разработка технологий конвертирования углекислого газа в бикарбонаты для последующего использования в промышленности или АПК	2023	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

1	2	3	4	5	6	7
		<p>концентрации и газовых датчиков, датчиков качества воздуха и пр., наносенсоры для химических анализов с программным управлением.</p> <p>Контроль энергетического состояния среды в ТТМ путем развития рекурсивной методологии проектирования мехатронных систем и компонентов на базе микромеханики и оптикомеханических систем.</p> <p>Технологии повышения жизненного цикла механических систем с нулевым карбоновым следом для всех этапов.</p> <p>Создание уникальной инфраструктурной сервисной системы реализации технологий повышения жизненного цикла механических систем с минимальным воздействием на окружающую среду, с введением показателя Z-carbon extraction</p>				
100	Не оптимальная работа энергетических установок теплоизолированных транспортных средств (ТТС) для	Методика оценки и уменьшения выбросов CO <sub>2</sub> энергетической установкой	Технология оценки соответствия нормативным требованиям и мониторинга теплотехнического показателя кузова	Технология минимизации выбросов CO <sub>2</sub> энергетической установкой ТТС посредством	2022	АО ВНИИЖТ

1	2	3	4	5	6	7
	перевозки пассажиров (вагоны пассажирские дальнего следования, моторвагонный подвижной состав, кабины машинистов тягового подвижного состава, городской автомобильный транспорт), а также ТТС для перевозки скоропортящихся грузов (рефрижераторные вагоны, автомобильные рефрижераторные кузова, рефрижераторные контейнеры)	теплоизолированного транспортного средства посредством определения в испытательной станции общего коэффициента теплопередачи кузова неравновесным методом. Методика оценки и уменьшения выбросов CO <sub>2</sub> энергетической установкой теплоизолированного транспортного средства посредством определения без испытательной станции общего коэффициента теплопередачи кузова неравновесным методом Методика оценки эмиссии CO <sub>2</sub> при эксплуатации теплоизолированных транспортных средств, оснащенных энергетическими установками	теплоизолированного транспортного средства, оснащенного энергетическим оборудованием	использования автоматизированного расчета общего коэффициента теплопередачи кузова. Технология минимизации выбросов CO <sub>2</sub> энергетической установкой теплоизолированного транспортного средства посредством использования автоматизированного расчета общего коэффициента теплопередачи кузова по удаленному серверу		
101	Оптимизация энергопотребления холодильными установками напрямую зависит от используемых в них рабочих тел. Вследствие выполнения Россией требований международных климатических соглашений, сегодня рабочими телами являются парниковые газы, преимущественно, из группы ГФУ (гидрофторуглероды). По энергоэффективности, они во	Методика оценки стабильности фторсодержащих хладагентов в холодильных установках при их эксплуатации. Методика оценки эмиссии фторсодержащих хладагентов при сборе, хранении, рецикле и заправке холодильных и теплонасосных установок	Разработка технологий сбора, хранения, рецикла и аттестации качества энергоэффективных фторсодержащих хладагентов, эмиссия которых не превысит 1 % от массы находящегося в установке хладагента	1. Технология сбора фторсодержащих хладагентов из холодильных и теплонасосных установок пароконденсационного типа. 2. Технология хранения фторсодержащих хладагентов из холодильных и теплонасосных установок пароконденсационного типа.	2022	НИУ МЭИ, АО ВНИИЖТ, НИУ МЭИ

1	2	3	4	5	6	7
	<p>многим проигрывают замененным ими хладагентам из групп ХФУ и ГХФУ, не являясь, по сути, альтернативами. В соответствии с регламентом ЕС №517/2014, если на рынке нет полных альтернатив рекомендуемым к замене рабочим телам, допускается использование прежних, или равнозначных им, с тем лишь условием, что при ремонте или ревизии климатических установок, применяемые в них хладагенты будут использоваться повторно, при этом их эмиссия в атмосферу не превысит 1% от массы находящегося в установке хладагента</p>	<p>парокомпрессионного типа. Методика оценки качества собранных фторсодержащих хладагентов из холодильных и теплонасосных установок парокомпрессионного типа после их регенерации. Организация работы по практической реализации регламента ЕС № 517/2014 в России, что позволит уменьшить энергопотребление климатической техники, способствуя тем самым значительному сокращению выбросов CO<sub>2</sub></p>		<p>3. Технология рецикла фторсодержащих хладагентов из холодильных и теплонасосных установок парокомпрессионного типа. 4. Технология аттестации качества собранных фторсодержащих хладагентов из холодильных и теплонасосных установок парокомпрессионного типа после их регенерации</p>		
102	<p>Одной из важнейших проблем сохранения экологии Земли является уменьшение потребления энергии (повышение КПД) различными агрегатами и машинами и, соответственно, уменьшение вредных выбросов от продуктов сгорания двигателей, тепловых электростанций и т.д. Для уменьшения потребления энергии холодильными агрегатами, как уже находящимися в эксплуатации, так серийно выпускаемыми и разрабатываемыми, необходимо</p>	<p>Методика уменьшения воздействия углеродного слоя посредством обогащения штатных фторсодержащих хладагентов фторорганическим модификатором. Методика оценки стабильности фторсодержащих хладагентов, обогащенных фторорганическим модификатором, в холодильных и</p>	<p>Разработка технологии обогащения фторированных рабочих тел парокомпрессионных холодильных и теплонасосных установок. Обогащение хладагентов ФМ позволит: уменьшить коэффициент трения в поршневой паре компрессора; интенсифицировать теплообмен в испарителе и конденсаторе; увеличить ресурс компрессора; сократить энергопотребление на 8–20 % ФМ предполагается обогащать</p>	<p>Технология уменьшения воздействия углеродного слоя посредством обогащения штатных фторсодержащих рабочих тел холодильных и теплонасосных установок парокомпрессионного типа фторорганическим модификатором</p>	2022	АО ВНИИЖТ ГИПХ (С-Петербург)

1	2	3	4	5	6	7
	исследовать вопрос о модернизации применяющихся в них хладагентов. Модернизация будет заключаться во введении в хладагенты специального фторорганического модификатора (ФМ).	теплонасосных установках при их эксплуатации. Методика оценки уменьшения воздействия углеродного слоя обогащенных фторорганическим модификатором фторсодержащих хладагентов холодильных и теплонасосных установок парокompрессионного типа	широко используемые сегодня фторированные хладагенты: R134a, R125, R404a и пр.			
103	Возникновение двуокиси углерода (углекислого газа) сопровождается практически все химические, металлургические и энергетические процессы. По этой причине возникает необходимость разработки эффективных методов поглощения этого газа до выхода его в атмосферу при эксплуатации соответствующих промышленных установок	Разработка приборов контроля концентрации углекислого газа в отходящих газах промышленных установок. Создание линейки приборов-анализаторов с различной стоимостью, быстродействием, точностью измерения и соком службы.	Методы поглощения двуокиси углерода непосредственно при образовании продуктов горения и превращения их в порошковидные твердые тела, пригодные для дальнейшей технологической переработки	Технология быстрого поглощения двуокиси углерода, согласованная с технологией работы основного оборудования, агрегатов и машин	2021–2024	Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Институт теплофизики СО РАН, Институт катализа СО РАН
104	1. Выбросы углекислого газа 2. Выбросы частиц размером менее 2,5 мкм, обладающих высокой суммарной поверхностью (более 55% от суммарной поверхности частиц, выбрасываемых в атмосферу) и счетной концентрацией (более 95% от суммарной счётной концентрация даже при массовой доле, менее 1% от суммарной	Методическое и законодательное решение проблемы наличия и создание системы контроля количества таких выбросов	Новые подходы и создание новых систем газоочистки от твердых частиц размером менее 2,5 мкм и углекислого газа	1. Ультразвуковая коагуляция субмикронных частиц, основанная на новых подходах в реализации ультразвукового воздействия. 2. Ультразвуковая абсорбция углекислого газа в водные среды	2021	АлтГТУ

1	2	3	4	5	6	7
	доли аэрозолей, содержащихся в атмосфере). Эти частицы обладают способностью длительное время удерживаться в воздухе и легко проникать в альвеолы легких человека, вызывая необратимые изменения организма					
105	Выбросы углекислого газа в атмосферу	Переход к возобновляемой энергетике. Однако опыт использования существующих технологий и возобновляемых источников энергии, показал, что они в определенной степени уязвимы, поэтому перейти только на возобновляемую энергетику, скорее всего, не удастся. Использование ископаемых топлив – повышение энергетической эффективности их использования.	Научно-техническое направление уменьшения воздействия углеродного следа – снижение выбросов	Детандер-генераторная технология, предполагающая внедрение детандер-генераторных агрегатов (ДГА) на станциях технологического уменьшения давления в системе газоснабжения страны вместо традиционных дросселирующих устройств. ДГА в масштабах страны позволит получать более 4000 МВт электроэнергии с удельным расходом топлива на выработку электроэнергии в 2,0–2,5 раза меньшим, чем на существующих паротурбинных электростанциях	2021–2024	Возрождение производства ДГА
106	Электротехническая, горнодобывающая промышленность и металлургия, связаны с невосполняемым колоссальным нарушением и загрязнением окружающей среды	Разработка и использование более совершенных технологий добычи металлов и, в первую очередь, электротехнической стали и меди, которые необходимы для	Разработка новых ресурсо- и энергосберегающих технологий и принципов построения электротехнических устройств и систем	Технология многоканального преобразования (МКП) энергетического потока, которая обеспечивает существенный выигрыш при решении задач ресурсо- и	2021	НИУ МЭИ

1	2	3	4	5	6	7
		промышленного производства электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов, линий электропередач и т.д.		энергосбережения, особенно в области повышенных мощностей (в классах трансформаторно-выпрямительных устройств (ТВУ), четырёхквadrантных преобразователей (ЧКП) и машинно-электронных генерирующих систем (МЭГС))		
107	Ограничение мощности электростанций, работающих на органическом топливе	Повышение эффективности электростанций на органическом топливе, за счет повышения технико-экономических показателей оборудования	Совершенствование технологической тепловой схемы, повышение КПД основного оборудования.	Разработка и производство в РФ газотурбинного оборудования большой мощности. Парогазовые установки утилизационного типа. Тепловые электростанции на суперсверхкритические параметры пара, работающие на угле. Развитие и реализация технологий по газификации угля	2021–2030	АО «Силовые машины», отраслевые институты, профильные кафедры вузов
108	Угрозы отсутствуют	Мониторинг выбросов	Интенсификация процессов	Вихревые луночные технологии	2021–2030	ФГБОУ ВО СПбГУ ГА
109	Снижение так называемого «карбонового следа» ни в какой степени не влияет на изменение поглощения атмосферой инфракрасного излучения поверхности Земли. Диоксид углерода поглощает его в резонансных полосах поглощения в диапазоне длин волн 2,4–3,0 мкм, 4,0–4,8 мкм и 12,5–16,5 мкм, причем резонансные полосы поглощения	Антропогенное воздействие имеет место и связано в первую очередь с суммарным тепловыделением всей совокупной жизнедеятельности человечества, причем любая, произведенная в любом процессе энергия, в конечном счете превращается в теплоту и	Именно углеродная энергетика при рациональном подходе к ее развитию является наиболее «чистой» с точки зрения антропогенного воздействия на окружающую среду, поэтому главным научно-технологическим направлением уменьшения антропогенного воздействия является рациональное и приоритетное развитие углеродной энергетика	Создание энергоцентров, использующих внутрицикловую парокислородную газификацию каменных и бурых углей. Вырабатываемая электроэнергия используется для получения технического кислорода. Получаемый генераторный газ	2022–2040	Разработчики и производители паровых котлов (ЦКТИ, ТКЗ, БКЗ), институты РАН по синтезу жидких моторных топлив из генераторного синтезгаза

1	2	3	4	5	6	7
	<p>водяным паром 2,24–3,27, 4,8–8,5 и 12,0 = 25,0 мкм совпадают с полосами диоксида углерода. Практически во всех работах, посвященных «парниковому эффекту» есть ссылки на «Справочник по геофизике и космическому пространству» (Под ред. С.Л. Валлея и МакГроу-Хилла, Нью-Йорк, 1965), в котором приведены данные по спектральной прозрачности атмосферы. Согласно данным, в полосах резонансного поглощения диоксидом углерода нулевая прозрачность атмосферы. Следовательно, уже в середине 20 века имело место полное поглощение инфракрасного излучения земной поверхности и дальнейшее увеличение его концентрации ни в какой степени не влияет на «парниковый эффект». Т.е. в данном случае экономические интересы и направлены на снижение конкурентоспособности развивающихся экономик, в первую очередь России и Китая. «Очистка» же атмосферы от диоксида углерода приведет только к снижению урожайности культурного растениеводства и усугублению продовольственной проблемы.</p>	<p>рассеивается в окружающей среде. Удельное потребление энергии на душу населения постоянно растет и единственным путем относительного снижения антропогенного воздействия является повышение эффективности производства и преобразования энергии. В частности, отказ от ДВС и перевод транспорта на электродвигатели дает двукратный рост тепловыделения при его эксплуатации и еще десятикратное увеличение на производство и утилизацию аккумуляторов и электрооборудования. Альтернативная энергетика также дает многократный рост суммарного тепловыделения на 1 кВтч произведенной энергии по сравнению с углеродной энергетикой</p>		<p>(синтезгаз) представляет собой высококалорийное газовое топливо (СО и Н<sub>2</sub>) и доставляется потребителям трубопроводным транспортом. В составе энергоцентра также может быть предусмотрена установка синтеза с получением из синтезгаза жидких моторных топлив и вторичного топливного газа (статочный оксид углерода). Переработка угля практически исключает вредные газовые выбросы, дает топливный газ и жидкое моторное топливо</p>		

**Новые материалы**

110	1. Прямые выбросы парниковых	Оптимизация	Увеличение доли	Технология производства	2024–	РГУ нефти и газа
-----	------------------------------	-------------	-----------------	-------------------------	-------	------------------



1	2	3	4	5	6	7
	<p>газов (например, при сжигании топлива);</p> <p>2. Косвенные энергетические выбросы (например, при закупке электроэнергии с ТЭЦ. Фактически выбросы производятся на ТЭЦ, а не на предприятии);</p> <p>3. Прочие косвенные выбросы, учитывающие количество энергии, потраченной на производство, логистику сырья, объем парниковых газов, реализованный в процессе эксплуатации продукции</p>	<p>потребления электроэнергии, цепочек логистических поставок. Переход на возобновляемую энергетику: солнечные панели, ветряные электростанции, геотермальные источники. Использование биомассы для теплоснабжения, рекуперация тепла. Использование электрического транспорта. Налог и таможенные пошлины на сырье и продукцию с высоким углеродным следом для стимулирования низкоуглеродной экономики. Уменьшение количества свалочных газов, образующихся на мусорных полигонах, отдельный сбор мусора и сокращение энергозатрат за счет получения биотоплива</p>	<p>биоразлагаемых компонентов в составе полимерных композитных материалов с использованием продуктов глубокой переработки древесины. Использование солнечной энергии для генерации пресной воды и водорода</p>	<p>биоразлагаемых упаковочных материалов на основе нано и микрофибриллярной целлюлозы. Технология обессоливания морской воды с использованием природоподобных материалов и энергии солнечного света с последующим электролизом на твердых ионпроводящих мембранах с получением «зеленого» водорода</p>	2025	имени Губкина
111	<p>Значительные углеродные выбросы в атмосферу при современном производстве строительных материалов. Выбросы в атмосферу предприятий горно-металлургической</p>	<p>Методики оценки углеродного следа при производстве различных строительных материалов. Методики оценки углеродного следа</p>	<p>Энергосбережение и использование промышленных отходов при производстве строительных материалов</p>	<p>Энергосберегающие технологии в производстве строительных материалов. Переработка углекислотных выбросов в кислород</p>	2022–2030	Новосибирский государственный технический университет, Институт Катализа СО РАН, Норильский

1	2	3	4	5	6	7
	промышленности	предприятий металлургии				государственный индустриальный институт
112	В области физики полупроводников и полупроводниковых приборов явной угрозы негативного воздействия углеродного следа незаметно. Угрозой может быть изменение погоды – потепление климата, если оно действительно связано с «углеродных следом» а не с другими, пока до конца непонятыми природными процессами	Снижение потребления углеводородов для производства электроэнергии	Замена силовых приборов электроники на основе кремния приборами на основе SiC или других широкозонных материалов. Переход на силовые приборы на основе карбида кремния позволит уменьшить потери электроэнергии, что приведет к сокращению ее использования и, соответственно, сокращению потребления углеводородов	Замена кремневой силовой электроники приборами на основе SiC	2022	НИИ и НПО Минпромторга, Минэнерго
113	Переработка углеводородного сырья в огромных количествах для производства систем сейсмической и вибрационной защиты на основе резинометаллических сейсмо- и вибро- изоляторов. По разным оценкам таких систем ежегодно производится на сумму более 400 млрд долл.	Применение гранулированных метаматериалов на основе базальтового и кварцевого сырья для систем вибрационной и сейсмической защиты. Гранулированные метаматериалы на основе базальтового и кварцевого сырья, по своей себестоимости не превышают существующие системы на основе резинометаллических изоляторов	Применение базальтовых и кварцевых метаматериалов для замены резинометаллических сейсмо- и вибро- изоляторов	Технологии базальтового и кварцевого литья	2025	Институт проблем механики РАН (ИПМех РАН, Москва), Институт проблем машиноведения РАН (ИПМаш РАН, СПб), НИУ Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ, Москва), Московский государственный технический университет им. Баумана (МГТУ им. Баумана, Москва)
114	Сокращение средств на переработку углеводородного	Применение спектральных методов	Создание нового поколения материалов, способных к более	Создание химических технологий переработки	2025	МГУ, КФУ, НГУ

1	2	3	4	5	6	7
	сырья или отказ от углеводородного сырья. Отказ от применения метана и его гомологов в химической промышленности	анализа воздушных и водных объектов. Применение комплекса беспилотных летательных аппаратов для непрерывного мониторинга окружающей среды, управляемых посредством ИИ. Отказ от любых технологических процессов, основанных на генерации углекислого газа. Снижение эмиссии углекислого газа в рамках традиционных технологий. Разработка новых материалов для химических источников тока или продлении службы существующих химических источников тока.	высоким степеням организации (состоящих из мономолекулярных слоев, нитей и т.д.). Материалы благодаря самовосстановлению и самозаживлению станут более долговечными. Получение полимерных материалов, которые можно превращать в мономеры с минимальными потерями вещества и превращать в новые типы продукции	углеводородного сырья и получения чистых органических соединений (реагентов и мономеров). Обратимая полимеризация и деполимеризация – основа получения и переработки полимерных материалов. Технологии ассимиляции углекислого газа, включая синтез на его основе органических соединений. Новые безуглеродные технологии, включая возобновляемые источники электроэнергии.		
115	Одноразовое бытовое и техническое использование карбоцепных полимерных материалов привело к масштабному их накоплению в окружающей среде, поскольку они не способны ни к химическому (при условиях существования живых организмов), ни к микробиологическому разложению. Постоянно	Замена полимерных основ, используемых для получения материалов одноразового использования в бытовых и технических (производственных) целях, на биоразлагаемые полимеры: полиэфирные алифатических дикарбоновых кислот и диолов, полиэфирные	Разработка технологий получения мономеров и полимеров классов: полиэфирные алифатических дикарбоновых кислот и диолов, полиэфирные оксикислот, поликарбонаты алифатических диолов. Разработка технологий конструктивной переработки полимерных отходов, позволяющих одновременно с отсутствием выбросов	Биоразлагаемые полимерные материалы (БИОПОМ) для одноразового использования в бытовых и технических (производственных) целях. Технологии конструктивной переработки полимерных отходов без потери углекислого газа и	2022–2024	Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Уральский федеральный

1	2	3	4	5	6	7
	увеличивающийся мировой тренд производства таких материалов приводит только к увеличению их количества в условиях и районах жизни всех живых организмов	оксикислот, поликарбонаты алифатических диолов. Последний тип полимеров использует прямую необратимую утилизацию углекислого газа в процессе получения. Конструктивная химическая переработка полимерных отходов в сырье для химической промышленности, исключая потерю углерод-содержащих соединений в виде углекислого газа (сжигание), низших алканов и алкенов. Разработка технологий конструктивной переработки, позволяющих одновременно с отсутствием выбросов углекислого газа и органических соединений осуществлять их необратимую утилизацию	углекислого газа и органических соединений осуществлять их необратимую утилизацию. Разработка химических технологий, использующих в качестве сырья полимерные отходы и продукты их переработки.	органических соединений. Химические технологии органического синтеза без потери углекислого газа и органических соединений		университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Институт элементорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
116	Угрозы негативного воздействия углеродного (карбонового) следа нет	Не допускать уменьшения площадей лесонасаждений. Минимизировать выбросы CO <sub>2</sub> в атмосферу по старым производствам и исключить по новым путем налогообложения	Аккумулировать CO <sub>2</sub> и производить из него карбонаты (стройматериалы)	Система «Кайдзен» – непрерывное улучшение всех процессов производства	2022	НИИ и НПО Минпромторга, Минстроя, Рослесхоза
117	Совокупный объем выбросов CO <sub>2</sub>	Методические подходы к	Разработка новых полимерных	Упаковка из растительного	2025	НИИ и НПО

1	2	3	4	5	6	7
	за счет использования пластика в упаковке продуктов питания	уменьшению использования пластика	материалов	сырья – картона и полимеров растительного происхождения, которая позволит сократить суммарный объем обычного пластика (из углеводородного сырья) в упаковке продуктов питания		нефтехимической промышленности
118	Деятельность человека является прямым и косвенным источником поступления в атмосферу планеты парниковых газов	Активные нано-мембраны с программируемой структурой. Позволяют непрерывным образом настраивать свои функциональные параметры на целевые молекулы посредством изменения параметров электрического поля в порах. Наномембраны – молекулярные сита, позволяют осуществлять разделение многокомпонентных сред. Востребовано в таких отраслях как энергетика, химическая и пищевая промышленность, нефтепереработка, медицина, сельское хозяйство, переработка отходов. Нано-мембранные технологии отнесены к критическим технологиям Российской Федерации	Разработка нового поколения высокопроизводительных активных нано-мембран на основе карбино-подобных нано-матриц, способных эффективно отсекаать выбросы диоксида углерода для использования в составе разнообразных технологических установок и двигателей внутреннего сгорания	Новое поколение высокопроизводительных активных нано-мембран на основе карбино-подобных нано-матриц, совмещенных с пьезоэлектрическими тонкими пленками	2023	Западно-Кавказский научный центр

1	2	3	4	5	6	7
<b>Комплексные предложения</b>						
119	<p>1. Общие – глобальное потепление с затоплением прибрежных территорий и таянием вечной мерзлоты, сопровождаемое техногенными катастрофами на трубопроводах и в северных городах.</p> <p>2. Локальные, российские – ожидаемый «углеродный налог» на экспорт углеводородов и продуктов на их основе. Первый фактор в целом очевиден, климат заметно теплеет, однако вопрос влияния именно техногенных факторов на данный процесс однозначно не решен. Общемировой тренд сейчас – да, такое влияние есть, и оно является определяющим в процессах глобального потепления. Совсем не факт, что заявленный курс на снижение выбросов CO<sub>2</sub> заметно повлияет на климат, это вопрос до сих пор дискуссионный.</p> <p>Второй фактор для России намного важнее, т.к. гарантированно будет действовать быстрее и больше для экономики. В результате реализации заключенных или ожидаемых международных экологических соглашений России могут резко сократить экспорт углеводородов и продуктов основного органического синтеза или</p>	<p>В мире уже сложилась концепция техногенного влияния CO<sub>2</sub> на климат и необходимости борьбы с ним. Поэтому России необходимо просто принять этот факт и выстраивать свою научно-технологическую политику в целях минимизации потерь (прежде всего экспортных) от реализации международных «углеродных» соглашений. Необходимо концентрировать основные усилия и ресурсы не на «методических подходах к оценке», а на развитии конкретных технологий утилизации CO<sub>2</sub> и других методах снижения углеродного следа. Оценка воздействия углеродного следа на климат планеты. Точного количественного расчета такого влияния не существует, т.к. для этого нет достаточного количества данных. В основном приводятся качественные,</p>	<p>Улавливание CO<sub>2</sub> из атмосферы и закачка его в подземные резервуары или на морское дно, где он будет существовать в твердом клатратном состоянии. Это весьма дорогие технологии, учитывая очень низкую концентрацию CO<sub>2</sub> в атмосфере. Кроме того, углекислый газ остается в прежнем химическом состоянии и со временем может вернуться в атмосферу. Эффективным способом снижения содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере является увеличение площади лесов, которые поглощают углекислый газ для процессов фотосинтеза. К сожалению, в связи с ростом населения Земли и активным развитием промышленности и сельского хозяйства, площади лесов непрерывно сокращаются по всему миру. В России, из-за низкой плотности населения, есть некоторый резерв территории, поэтому лесопосадки могут дать определенный антиуглеродный эффект.</p> <p>Технологии переработки биомассы в биотопливо и другие химические вещества с нулевым углеродным балансом. При этом выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания биотоплива и биоорганического синтеза сравнимы (и даже ниже) с поглощением CO<sub>2</sub> растениями</p>	<p>Технологии переработки биомассы в ценные химические продукты, в том числе биотопливо, могут стать одним из главных трендов научно-технологического развития страны.</p> <p>Каталитические процессы переработки биомассы и отходов ее производства в ценные химические вещества с нулевым углеродным балансом, в условиях, близких к требованиям «зеленой химии».</p> <p>Каталитические процессы утилизации CO<sub>2</sub> в ценные химические продукты.</p> <p>Технологии водородной энергетики: – «зеленый», безуглеродный водород, получаемый электролизом воды с использованием электроэнергии от ветро- и солнечной генерации. Считается самым экологичным видом, но и самым дорогим; – «желтый» водород, тоже электролизный, но с использованием электроэнергии от АЭС, уже менее экологичный; – «голубой», получаемый</p>	2021–2025	Томский политехнический университет (научная группа проф. А.Н. Пестрякова), ПАО «СИБУР Холдинг»

1	2	3	4	5	6	7
	<p>сделать его на порядок дороже. Поэтому, с учетом сложившейся международной экологической повестки, России необходимо активно развивать технологии утилизации CO<sub>2</sub>. Снижение «углеродного следа» позволит экономике достаточно уверенно чувствовать себя в современных международных экологических реалиях</p>	<p>приблизительные оценки, основанные на ряде гипотез и предположений. Возможно, эти гипотезы и верны, но существуют и противоположные оценки, также качественные и приблизительные, и тоже основанные на других гипотезах и предположениях. Сильно концентрироваться на разработке методик оценки влияния углеродного следа не стоит, так как в любом случае оценки останутся приблизительными и никак не повлияют на экономический фактор развития России в данной теме.</p>	<p>для процесса фотосинтеза. Нулевой углеродный баланс поддерживается при любом объеме производства. В этом случае содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере не снижается, но и не растет. Активно развиваются следующие направления:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Гидрирование CO<sub>2</sub> с получением синтез-газа или жидких углеводородов.</li> <li>2) Углекислотная конверсия метана (сухой риформинг) с получением синтез-газа, обогащенного водородом</li> <li>3) Окислительное дегидрирование алканов с получением алкенов</li> <li>4) Циклоприсоединение CO<sub>2</sub> и эпоксидов или аминов с получением циклических карбонатов</li> </ol>	<p>паровым риформингом углеводородов, прежде всего метана или природного газа. На порядки дешевле желто-зеленого, но не безуглеродный, т.к. сопровождается выбросами CO<sub>2</sub>. Получение водорода электролизом воды, за что ратуют все «зеленые» в мире – это катастрофа для России, т.к. энергозатраты на электролиз выше, чем последующий энергоэффект от окисления водорода (коэффициент энергоэффективности сейчас около 0,65), и это непреодолимый фактор по закону сохранения энергии. Даже если создать суперкатализатор и суперячейку для электролиза с коэффициентом 0,99 – все равно он будет убыточен. На Западе электролизный водород получают исключительно как буфер (аккумулятор) для выравнивания разницы суточного энергопотребления ветро- и солнечной энергетики (иногда – и атомной), а не как способ промышленного</p>		

1	2	3	4	5	6	7
				<p>производства водорода в качестве альтернативного топлива.</p> <p>Разработки катализаторов для электролиза воды перспектив в России не имеют.</p> <p>Надо максимально использовать конкурентные преимущества нашей страны – дешевые углеводороды. Процесс парового риформинга метана – на 1 молекулу <math>\text{CH}_4</math> с водой получается 4 молекулы <math>\text{H}_2</math>. Коэффициент энергоэффективности – 35 – в 50 раз выше, чем у электролиза воды.</p>		
120	<p>Глобальное изменение климата, в основном, связывается с увеличением концентраций парниковых газов в атмосфере в результате антропогенной деятельности. Заметный вклад в это увеличение вносят отрасли животноводства и сельскохозяйственного землепользования, а также изменения в землепользовании. Доля сельского хозяйства в глобальной антропогенной эмиссии парниковых газов (41 млрд т в год в эквиваленте <math>\text{CO}_2</math>, при ежегодном приросте 1 млрд т) составляет примерно 32%. Парниковые газы в секторе</p>	<p>Совершенствование методик эколого-экономической оценки воздействий и загрязнений, оказываемых технологиями и техническими средствами производства и переработки продукции растениеводства и животноводства на окружающую среду. Разработка: расчетного мониторинга эмиссий и стоков парниковых газов антропогенного происхождения; методов расчета антропогенных</p>	<p>Решение существующих и накопившихся экологических проблем на различных уровнях – от местного до государственного и далее – глобального. Примером может служить производство молочных продуктов в Финляндии содержащее 6 этапов по созданию углеродно-нейтрального молока.</p> <p>1. Повышение эффективности землепользования. Прежде всего, это использование потенциала подзольных земель и снижение эмиссии веществ, выделяемых органическими почвами.</p> <p>2. Поглощение углерода и грамотное выращивание культур</p>	<p>1. Внедрение ядерной энергетики на основе одного из главных современных проектов, реализуемых в России под названием «Прорыв» с использованием реакторов на быстрых нейтронах.</p> <p>2. Разработка сценариев долгосрочного развития сельского хозяйства Российской Федерации.</p> <p>3. Перечень основных индикаторов реализации Стратегии, определяющих динамику выбросов парниковых газов по базовому сценарию.</p>	<p>Срок исполнения в соответствии со Стратегией долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем</p>	<p>Одной из наиболее компетентных организаций в области снижения «углеродного следа» в секторе сельского хозяйства является ВНИИРАЭ. В числе основных направлений научных исследований института: экотоксикология сельскохозяйствен</p>



1	2	3	4	5	6	7
	<p>сельского хозяйства, лесного хозяйства и других видов землепользования (СХЛХДВЗ) названы в Руководящих принципах 2006 года: углекислый газ CO<sub>2</sub>, метан CH<sub>4</sub>, оксид азота N<sub>2</sub>O. Выбросы в аграрном секторе и в секторе животноводства, выросли на 14% – с 4,7 млрд т в эквиваленте диоксида углерода в 2001 г. до более 5,3 млрд т в 2011 г. В 2019 г. уровень выбросов углекислого газа в мире составил 33,3 млрд т. По данным ООН, одним из главных источников выбросов является крупный рогатый скот: в мире 1,5 млрд коров, и они выделяют 18% всех парниковых газов в мире. Эти животные выделяют 9% всего углекислого газа и 37% метана, связанных с жизнедеятельностью человека. Снижение выбросов от животноводства – одна из основных задач современных фермеров и животноводческих комплексов. Суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора России в 2009 г. составили 142,4 млн т в эквиваленте CO<sub>2</sub>. Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве России (млн т CO<sub>2</sub>-экв. в год всего/внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных/ сбор и хранение</p>	<p>эмиссий и стоков парниковых газов по целому комплексу категорий источников и поглотителей в животноводстве, при сельскохозяйственном землепользовании и изменении землепользования. Расчетный мониторинг антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов может применяться в качестве инструментальной базы при оценке экологической эффективности мер по снижению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов. Методологии оценки потоков парниковых газов для основных категорий источников и поглотителей в животноводстве и при сельскохозяйственном землепользовании: эмиссия CH<sub>4</sub> от кишечной ферментации домашних животных, эмиссии CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в системах сбора и хранения навоза и помета. Методики оценки выбросов вредных газов при производстве животноводческой</p>	<p>на пастбищах и в полях: можно добиться того, что культуры будут поглощать углерод, а точнее, связывать его. Сюда же относятся кормовые добавки</p> <p>3. Переработка навоза. Патентованная технология для разделения навоза на полезные фракции – фосфор и азот, биогаз и чистую воду.</p> <p>4. Энергоэффективность. Переход на возобновляемые источники энергии для производств.</p> <p>5. Логистика. Использование биогаза для транспорта, технологии переработки отходов жизнедеятельности коров в биотопливо для транспорта.</p> <p>6. Упаковка: использование перерабатываемых материалов. К 2035 г. можно добиться того, что молоко, поставляемое с ферм, будет углеродно-нейтральным. Для оценки углеродного следа используется калькулятор по методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Школа углеродного фермерства, где обучают правильно ухаживать за полями и следить за биоразнообразием растительности для того, чтобы достичь оптимального состояния угодий в плане их влияния на природу. Инициативы и проекты,</p>	<p>4. Сценарные показатели выбросов парниковых газов.</p> <p>5. Регулирование выбросов парниковых газов, нормирование обращения с отходами, системы сертификации различной продукции, маркировка по уровню углеродного следа.</p> <p>6. Ограничение (сокращение) выбросов парниковых газов в секторе сельского хозяйства и животноводстве, выбросов метана путем рекуперации и использования при удалении отходов.</p> <p>7. Ведение официального перечня (реестра) конверсионных коэффициентов, используемых для пересчета параметров технологических процессов в объемы выбросов парниковых газов.</p> <p>8. Определение: перечня парниковых газов, в отношении которых применяются меры государственного регулирования; критериев определения регулируемых организаций; порядка организации государственного учета выбросов парниковых</p>	<p>выбросов в парниковых газах до 2050 года</p>	<p>ных растений и животных; фундаментальные и прикладные исследования обеспечения экологической безопасности развития ядерной энергетики и созданию систем радиационно-экологического и агроэкологического мониторинга в районе размещения предприятий энергетики, промышленности и транспорта; разработке систем ведения сельскохозяйственного производства, созданию и внедрению реабилитационных технологий в сельском хозяйстве на техногенно загрязненных территориях; по применению ионизирующих излучений в</p>

1	2	3	4	5	6	7
	<p>навоза и помета) в 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. составили: 121,5/48,9/13,1; 123,5/47,3/14,1; 126,6/48,8/14,4; 126,7/49.0/14,6 соответственно. Как видно, ключевые показатели выброса парниковых газов, в период с 2015 по 2018 гг. критических изменений не претерпевали, что могло быть связано с относительно стабильным колебанием поголовья крупного рогатого скота в этот период (от 18,6 до 18,3 млн голов)</p>	<p>продукции необходимо конкретизировать размерами потерь и вызванного ими совокупного экологического ущерба по технологиям и отдельным технологическим процессам с учётом экологической ситуации в регионе и относительной опасности каждого из вредоносных газов. Измерение выбросов парниковых газов с применением ядерных технологий: МАГАТЭ совместно с ФАО. Используя изотопную методику с применением азота-15, ученые могут идентифицировать источники образования закиси азота, что важно для поиска способов сокращения выбросов этого газа. Методика с использованием стабильного изотопа углерода-13 позволяет ученым оценивать качество почвы и источники углерода, изолированного в почве. Ядерные и смежные методы могут быть полезны при разработке стратегий в области</p>	<p>нацеленные на сохранение природы в каждом уголке страны, чтобы компенсировать негативное воздействие на природу: развитие альтернативных источников энергии, высадка деревьев в районах с критической ситуацией, замена инфраструктуры на энергосберегающую. В животноводстве – новые ингредиенты комбикорма для скота. Ядерная энергетика. Распространенные представления о степени воздействия АЭС на окружающую среду безосновательно раздуты. К тому же при этом упускаются из виду реальные негативные факторы загрязнения природы продуктами химической промышленности и вредными выбросами тепловой энергетике, работающей на органическом природном топливе. Научные наблюдения за сельскохозяйственными и лесными угодьями вокруг всех 10 российских атомных станций за все годы существования атомной энергетике показывают, что проблемы воздействия АЭС на биоту – растения и животных – не существует. Развитие и внедрение технологий с использованием ионизирующего излучения может</p>	<p>газов; ведения реестра выбросов парниковых газов и реестра результатов проектов по сокращению выбросов парниковых газов и проектов по увеличению поглощения парниковых газов; порядка осуществления мониторинга выбросов парниковых газов. 9. Интегрированная оценка теоретического потенциала снижения выбросов парниковых газов и увеличения их поглощения. 10. Развитие национального регулирования выбросов парниковых газов. 11. Разработка и расширение внедрения радиационных биотехнологий для продления сохранности пищевой продукции. 12. Исследование источников образования парниковых газов, связанных с различными микробиологическими процессами в почве. 13. Внедрение экономичных ингибиторов азотных процессов в почве. 14. Идентификация источников образования закиси азота изотопной</p>		<p>технологиях производства, переработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции.</p>

1	2	3	4	5	6	7
		<p>кормовых добавок. Методические подходы к уменьшению воздействия углеродного следа в энергетическом секторе – проекты по обеспечению энергоэффективности в агропромышленном производстве включая животноводство; в сельскохозяйственном секторе – укрепление потенциала для разработки более эффективных технологий. Ключевыми секторами для осуществления деятельности по укреплению потенциала в настоящее время являются: энергетика, водные ресурсы, землепользование и изменения в землепользовании, сельское хозяйство</p>	<p>стать одним из направлений как приоритетного развития высокопродуктивного и экологически чистого сельского хозяйства, так и в достижении результатов обеспечения качества пищевой продукции.</p>	<p>методикой с применением азота-15, что важно для поиска способов сокращения выбросов этого газа. 15. Исследование источников изолированного в почве углерода методикой с использованием стабильного изотопа углерода-13, широко распространенного естественных условиях. 16. Секвестрация углекислого газа – захват и длительное связывание атмосферного диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в почве, что в настоящее время является наилучшим решением в противовес повышению содержания парниковых газов. 17. Разработка и применение природо-сберегающих сельскохозяйственных технологий: метода нулевой обработки почвы, использование навоза и биоугля; фиксация азота бобовыми культурами; сокращение использования пестицидов; севооборот; смешанные животноводческо-растениеводческие типы</p>		

1	2	3	4	5	6	7
				сельского хозяйства		
121	<p>В РФ любое потепление приведет к возрастанию площади земель, пригодных для ведения сельского хозяйства и к повышению отдачи существующих земель. Проблема пока имеет только экономическую и политическую направленность. Она пока не имеет экологической (научной, количественной составляющей). Очевидно, что климат изменчив, а теории климата нет и, наверное, не может быть, так как климато-экологическая система нашей планеты самая уникальная из возможных систем и находится в непрерывно изменяющейся внешней среде.</p> <p>Двумя ведущими параметрами при классификации климата являются влажность и распределение осадков, а температура – только на третьем месте</p>	<p>Необходим новый методический подход, основанный на достижениях современной аналитики, что включает: верификацию независимыми экспертами существующих моделей, стандартизацию, проверку их на самосогласованность и способность по имеющемуся за более чем 100 лет набору климатических параметров воспроизводить значения хотя бы только двух ведущих параметров за любые ~10 лет.</p> <p>Что касается уменьшения воздействия углеродного следа, то, конечно, разумное уменьшение выбросов всегда полезно</p>	<p>Для стран, находящихся в различных климатических зонах, и имеющих разный уровень развития, социальные и политические условия, это различно и никак не может быть одинаковым. В случае нашей страны – это на ближайшие 10–15 лет экологизация, не на словах, всего нашего энергетического комплекса с уменьшением доли не переработанного сырья в его экспорте. Компенсация за существование огромных массивов лесов, всяко поглощающих углерод</p>	<p>Безотносительно важности углеродного (карбонового) следа тремя наиболее экологически чистыми технологиями являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– океанские тепловые электростанции (ОТЭС) (малый КПД компенсируется полным отсутствием экологического вреда);</li> <li>– ветровая энергетика;</li> <li>– солнечная энергетика;</li> <li>– посадка лесов, но это крайне медленный и затратный способ</li> </ul>	2025–2030	<p>Научные и производственные организации энергетического и экологического направления</p>
122	<p>Согласно парниковой теории глобального потепления выбросы углерода в атмосферу будут сопровождаться повышением температуры воздуха. Последствия глобального потепления могут выражаться в росте природных пожаров, изменении растительного покрова, трансформации</p>	<p>Для оценки воздействия углеродного следа необходимы длительные мониторинговые исследования за состоянием компонентов и функционированием природных экосистем в условиях климатических изменений. Для</p>	<p>Сокращение использования ископаемых углеводородов для получения энергии. Разработка технологий по созданию полигонов с высокой углерододепонирующей способностью. Повышение адаптивных возможностей экосистем и социума к климатическим изменениям</p>	<p>Термоядерный синтез. Технологии создания лесных полигонов с высокой углерододепонирующей способностью</p>	2023	<p>«Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (АО «ГНЦ РФ</p>

1	2	3	4	5	6	7
	гидрологического режима территорий, в том числе за счет таяния вечной мерзлоты, и других последствий, многие из которых будут связаны с рисками для природных экосистем	уменьшения воздействия углеродного следа (климатических изменений) необходимо на основе полученных знаний о механизмах такого воздействия разработать методы адаптации экосистем и социума к таким изменениям, а также предложить технологии снижения выбросов парниковых газов в атмосферу и технологии создания компенсационных объектов (полигонов) с высокой углерододепонирующей способностью				ТРИНИТИ»), ИЯФ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН Институт леса им. В.Н. Сукачева
123	Оценки карбонового следа имеют значение для экспертизы проектов в области «Оценка и прогнозирование комплексного воздействия природных и техногенных факторов на состояние здоровья и жизнедеятельность населения в условиях изменяющегося климата и окружающей среды»	Общие методические подходы к оценке и сокращению воздействия углеродного следа представляются достаточно разработанными	Совершенствование организации полигонов твердых бытовых отходов, например, отказ от активной дегазации	Климатическая стратегия по управлению выбросами парниковых газов и установлению целей по их снижению. Водородная энергетика. При этом, чтобы обеспечить нулевой углеродный след, водород должен быть произведен путем электролиза, использующего чистую электроэнергию, также произведенную с нулевыми выбросами парниковых газов. Биоэнергетика.	2022–2050	Научно-производственные консорциумы

1	2	3	4	5	6	7
				Технология поглощения двуокси углерода		
124	Газовая составляющая, в газе которой присутствует углерод: метан (СН <sub>4</sub> ), тяжелые углеводороды (С <sub>2</sub> -С <sub>5</sub> ), углекислый газ (СО <sub>2</sub> ). Эти углеродистые соединения негативного воздействия на среду и человечество не окажут. Углерод этих соединений утилизируется природой. Образуется уголь, нефть и газ, метан окисляется микробным сообществом, причем на дне морей в районе аномальных концентраций метана образуются поля расцвета биожизни, бентоса (калиптогены и др.), планктона, крабов, рыбы, благодаря активизации микробного сообщества, которое является пищей биоты. Опасностью является увеличения углекислого газа при окислении метана, но он поглощается, деревьями, травой, водорослями и другими видами растений при фотосинтезе, а техногенный СО <sub>2</sub> возможно насыщать водородом и получать метан и воду	Углеродный след, его негатив, газовых компонентов СН <sub>4</sub> и СО <sub>2</sub> состоит, в том, что они считаются парниковыми газами, влияющими на изменение (потепление) климата при поступлении в атмосферу. Это явление преувеличено. Существуют технологии замещения метана углекислым газом в газогидратах. Пока коммерчески это не выгодно. СО <sub>2</sub> используется для продукции сухого льда, который используется для хранения продуктов и изготовления газированных напитков	Извлечение метана из приземной части атмосферы и техногенных источников, сжижении его в сухой лед. Использование СО <sub>2</sub> для получения специальных аутигенных минералов, повышение эффективности зеленой энергетики: Солнца, ветра, течений в мировом океане, выполнять программу зеленых насаждений с селекции быстрого поглощения СО <sub>2</sub> . Внедрять использование метана, водорода в двигателях машин и др. механизмах	Добыча метана из газогидратов с использованием технологического комплекса для разработки газогидратных залежей в открытом море	2021	ТОИ ДВО РАН
125	Известно, что за период с 1906 по 2005 годы средняя температура Земли поднялась на 0,74 градуса. В последующие 20 лет рост температуры, по мнению экспертов, составит в среднем 0,2 градуса за десятилетие, а к концу	Для подсчетов персонального углеродного следа существуют различные онлайн-калькуляторы. На их веб сайтах нужно ответить на несколько	Предотвратить полностью прогнозируемые изменения климата человечеству вряд ли удастся. Однако в человеческих силах смягчить климатические изменения, сдержать темпы роста температуры с тем, чтобы	Введение углеродного сбора на импорт товаров, который создал бы конкурентное преимущество для зарубежных компаний с невысокими выбросами	2022–2023	Профильные НИИ и ГНЦ.

1	2	3	4	5	6	7
	<p>XXI века температура Земли может повыситься от 1,8 до 4,6 градусов. Это является важнейшей причиной изменений климатической системы на планете Земля. С 90-процентой вероятностью наблюдаемые изменения климата связаны с деятельностью человека – сжиганием углеродного ископаемого топлива (то есть нефти, газа, угля и др.), промышленными процессами, а также сведением лесов – естественных поглотителей углекислого газа из атмосферы. Возможные последствия изменения климата:</p> <p>1. Изменение частоты и интенсивности выпадения осадков. В целом климат на планете станет более влажным. Но количество осадков не распространится по Земле равномерно. В регионах, которые и так на сегодняшний день получают достаточное количество осадков, их выпадение станет интенсивнее. А в регионах с недостаточным увлажнением участятся засушливые периоды.</p> <p>2. Повышение уровня моря. В течение XX века средний уровень моря повысился на 0,1-0,2 м. По прогнозам ученых, за XXI век повышение уровня моря</p>	<p>вопросов о питании, размере дома, покупках и отдыхе, использовании транспорта, электричества и отопления. Основываясь на ответах, веб сайт посчитает примерный углеродный след. Эти результаты являются в первую очередь ориентировочными, они могут помочь осознать наиболее проблемные источники выбросов парниковых газов в домохозяйстве. Например, всего один перелет через Атлантику и обратно добавляет к углеродному следу 1,6 т CO<sub>2</sub>-эквивалента, целый год использования автомобиля – в среднем 2,4 т. Использование светодиодных ламп экономит примерно 0,1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента за год и уменьшит счета за электричество. Один из способов снизить углеродный след – меньше использовать персональный автомобиль и заменить езду на автомобиле на ходьбу пешком или на поездке на велосипеде, если это невозможно, то стоит</p>	<p>избежать опасных и необратимых последствий в будущем, в первую очередь, за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ограничения и сокращения потребления ископаемого углеродного топлива (угля, нефти, газа);</li> <li>– повышения эффективности потребления энергии;</li> <li>– внедрения мер по энергосбережению;</li> <li>– более широкого использования неуглеродных и возобновляемых источников энергии (энергии солнца, ветра, приливов и отливов, волн и течений и др.);</li> <li>– развития новых экологически чистых и низкоуглеродных технологий;</li> <li>– через предотвращение лесных пожаров и восстановление лесов, поскольку леса – естественные поглотители углекислого газа из атмосферы.</li> </ul> <p>Парниковый эффект имеет место не только на Земле. Сильный парниковый эффект – на планете Венере. Ее атмосфера почти целиком состоит из углекислого газа, и в результате поверхность планеты разогрета до 475 градусов. Климатологи полагают, что Земля избежала такой участи благодаря наличию на ней океанов. Океаны поглощают атмосферный углерод, он также накапливается в горных породах, таких как известняк –</p>	<p>парниковых газов, что может еще больше увеличить финансовую напряженность в связи с пандемией COVID-19. Данный сбор может привести к падению прибыли, связанной с экспортом сырья, включая нефть, плоский металлопрокат и древесную массу, на 10–65 %. Однако введение сбора может затронуть производителей химической продукции и машиностроительные компании как в самом Евросоюзе, так и за его пределами. Высокие цены на российскую сырую нефть могут привести к тому, что европейские производители химической продукции начнут закупать больше сырья у Саудовской Аравии, где добыча оставляет меньший углеродный след. А китайская или украинская сталь, производимые с использованием доменных печей, станет менее конкурентоспособной в ЕС по сравнению со сталью из других стран, где ее производят с меньшими</p>		

1	2	3	4	5	6	7
	<p>составит до 1 м. В этом случае наиболее уязвимыми окажутся прибрежные территории и небольшие острова. Такие государства как Нидерланды, Великобритания, а также малые островные государства Океании и Карибского бассейна первыми подпадут под опасность затопления. Кроме этого учащаются высокие приливы, усилится эрозия береговой линии.</p> <p>3. Угроза для экосистем и биоразнообразия. Существуют прогнозы исчезновения до 30-40% видов растений и животных, поскольку их среда обитания будет изменяться быстрее, чем они могут приспособиться к этим изменениям.</p> <p>При повышении температуры на 1 градус прогнозируется изменение видового состава леса. Леса являются естественным накопителем углерода (80% всего углерода в земной растительности и около 40% углерода в почве). Переход от одного типа леса к другому будет сопровождаться выделением большого количества углерода.</p> <p>4. Таяние ледников. Современное оледенение Земли можно считать одним из самых чутких индикаторов происходящих глобальных</p>	<p>использовать общественный транспорт. Выбор питания оказывает большое влияние на углеродный след. Наиболее сильно его увеличивает красное мясо, продукты, перевозимые на большие дистанции (особенно самолетом).</p> <p>В июле 2017 г. опубликовано исследование, в котором указывалось, что наиболее действенный способ уменьшить свой персональный углеродный след – иметь меньше детей (????).</p> <p>Каждый ребенок увеличивает углеродный след семьи на 58,6 т CO<sub>2</sub>-эквивалента.</p> <p>Снизить углеродный след производства можно, например, утеплением зданий, размещением солнечных панелей на крыше, использованием энергии из возобновляемых источников, технологическими улучшениями (более экономичные лампы и оборудование).</p> <p>Снижение углеродного</p>	<p>посредством этого углекислый газ удаляется из атмосферы. На Венере нет океанов, и весь углекислый газ, который выбрасывают вулканы, там и остается. В результате на планете наблюдается неуправляемый парниковый эффект.</p> <p>Уменьшение общего потребления электроэнергии в офисах и домах</p>	<p>выбросами углерода. Исследование предполагает, что в рамках одного из возможных сценариев величина первоначального сбора составит порядка 30 долл. за тонну выбросов CO<sub>2</sub>. Углеродный сбор на импорт в ЕС станет новым существенным вызовом для российских экспортеров, особенно в таких отраслях, как нефтехимия, металлургия и производство удобрений. Россия занимает второе место после Китая по объему углеродоемкого экспорта в ЕС: около 150–200 млн т ежегодно по всем товарам и услугам</p>		



1	2	3	4	5	6	7
	<p>изменений. Спутниковые данные показывают, что, начиная с 1960-х годов, произошло уменьшение площади снежного покрова примерно на 10%. С 1950-х годов в Северном полушарии площадь морского льда сократилась почти на 10-15%, а толщина уменьшилась на 40%. По прогнозам экспертов Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург), уже через 30 лет Северный ледовитый океан в течение теплого периода года будет полностью вскрываться из-под льда.</p> <p>По данным ученых, толща Гималайских льдов тает со скоростью 10-15 м в год. При нынешней скорости этих процессов две трети ледников исчезнут к 2060 году, а к 2100 все ледники растают окончательно. Ускоренное таяние ледников создает ряд непосредственных угроз человеческому развитию. Для густонаселенных горных и предгорных территорий особую опасность представляют лавины, затопления или, наоборот, снижение полноводности рек, а как следствие сокращение запасов пресной воды.</p> <p>5. Сельское хозяйство. Влияние потепления на продуктивность сельского</p>	<p>следа также может зависеть от материалов, используемых для производства или упаковки. Например, использование и производство пластиковой тары и упаковки, взамен стеклянной или металлической, может потенциально снизить выделяемый след CO<sub>2</sub>. Так, Franklin Associates рассчитала выбросы углерода при производстве разных видов бутылок в расчете на 2957 л. напитка. По данным отчета, производство бутылок из пластика показало самый низкий результат выбросов CO<sub>2</sub> на всех этапах жизненного цикла. А пластмассовые комплектующие машин и самолетов помогают снизить вес транспортного средства, что в последствии влияет на экономичность потребления топлива и приводит к сокращению выбросов углерода в атмосферу. К тому же, при производстве, считающегося более</p>				

1	2	3	4	5	6	7
	<p>хозяйства неоднозначно. В некоторых районах с умеренным климатом урожайность может увеличиться в случае небольшого увеличения температуры, но снизится в случае значительных температурных изменений. В тропических и субтропических регионах урожайность в целом, по прогнозам, будет снижаться. Самый серьезный удар может быть нанесен беднейшим странам, наименее всего готовым приспособиться к изменениям климата. По данным МГЭИК, к 2080 г. число людей, сталкивающихся с угрозой голода, может увеличиться на 600 млн чел., что вдвое больше числа людей, которые сегодня живут в бедности в Африке к югу от Сахары.</p> <p>6. Водопотребление и водоснабжение.</p> <p>Одним из последствий климатических изменений может стать нехватка питьевой воды. В регионах с засушливым климатом (Центральная Азия, Средиземноморье, Южная Африка, Австралия и т. п.) ситуация еще более усугубится из-за сокращения уровня выпадения осадков.</p> <p>Из-за таяния ледников существенно снизится сток крупнейших водных артерий Азии – Брахмапутры, Ганга,</p>	<p>экологичным, бумажного пакета, происходит на 70 % выше выделение парниковых газов, чем при производстве того же пакета из пластика</p>				

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Хуанхэ, Инда, Меконга, Салуэна и Янцзы. Недостаток пресной воды коснется не только здоровья людей и развития сельского хозяйства, но также повысит риск политических разногласий и конфликтов за доступ к водным ресурсам.</p> <p>7. Здоровье человека.</p> <p>Изменение климата приведет к повышению рисков для здоровья людей, прежде всего менее обеспеченных слоев населения. Так, сокращение производства продуктов питания неизбежно приведет к недоеданию и голоду. Аномально высокие температуры могут привести к обострению сердечно-сосудистых, респираторных и других заболеваний.</p> <p>Повышение температуры может привести к изменению географического распространения различных видов, являющихся переносчиками заболеваний. С повышением температуры ареалы теплолюбивых животных и насекомых (например, энцефалитных клещей и малярийных комаров) будут распространяться севернее, в то время как люди, населяющие эти территории, не будут обладать иммунитетом к новым заболеваниям</p>					

**Социально-экономические аспекты**

1	2	3	4	5	6	7
126	Неготовность действующего законодательства к обеспечению перехода к «чистой» экономике может привести к тому, что новые технологии останутся фактически нереализованными	Внедрение новых технологий неизбежно столкнется с сопротивлением/непониманием со стороны хозяйствующих субъектов, которое может быть преодолено только путем продуманной корректировки действующего законодательства. Регулятивные механизмы должны быть направлены не на принуждение, а на подталкивание, создание удобных и разумных условий для добровольного, сознательного перехода на «чистые» технологии. Значительный зарубежный опыт правового регулирования, накопленный в этой сфере, апробированные в передовых странах механизмы «умного» регулирования должны быть изучены и использованы при разработке соответствующих правовых норм	Экспертный анализ действующего законодательства и разработка нормативно-правовых механизмов, обеспечивающих стимулирование хозяйствующих субъектов к внедрению «чистых» технологий и уменьшению негативного воздействия углеродного следа	Правовые механизмы стимулирования хозяйствующих субъектов к уменьшению негативного воздействия углеродного (карбонового) следа	2022	К разработке должны быть привлечены независимые экологические правозащитные организации, имеющие опыт экспертного анализа экологического законодательства
127	Оценка влияния информационного поля на бытовое поведение больших масс людей (переход на «зеленый»	Выявление (на основе опросов) отношения к инициативам, связанным с уменьшением	Социальный аспект карбонового следа	«Зеленый» поворот в потребительской модели	2021–2025	Конкурс среди факультетов и кафедр социологической

1	2	3	4	5	6	7
	стиль жизни)	персонального углеродного следа				направленности
128	Снижение здоровья человека и человеческого капитала как трудового ресурса для экономики региона и страны. Снижение привлекательности региона для талантливых и эффективных мобильных человеческих ресурсов, утечка умов	Опросы уехавших из страны и сопоставление желаний уехать с экологической обстановкой в регионе	Социально-экономические последствия для трудовых ресурсов.		2021–2025	
129	Социально-экономические составляющие, гео-политические и гуманитарные факторы проблем, связанных с угрозами в области экологии	Методические подходы должны основываться на разработке комплексной, систематической и разносторонней стратегии в области применения и развития новых технологий в экологии: – использование уже существующих методов (сохранение и увеличение площади леса, создание национальных парков, предохранение от пожаров); – развитие новых методов на основе использования высокотехнологичных разработок и использования IT-технологий	Применение и использование новейших разработок в области информационных технологий и информационной безопасности при решении проблем (технологического и гуманитарного характера), возникающих вследствие ухудшения экологической ситуации и увеличения воздействия различных негативных факторов (углеродный след и другие)	– информационно-технологичные проекты в области прогнозирования и предотвращения экологических проблем (развитие этого сектора даст возможность привлечь инвестиции и специалистов); – IT-подходы и методы в разрешении социально-политических и био-экономических проблем в области экологии	2022–2024	Разработка методик и технологий возможна в рамках структур и институтов, занимающихся проблемами IT-экологии и информационной безопасности в области экологии
130	Инициирование проблемы «углеродного следа» сродни причинно-следственным связям в проблеме озоновых дыр. Однако существует очевидная полезность оценок «углеродного следа» как экспертного	Общие методические подходы к оценке и сокращению воздействия «углеродного следа» достаточно развиты, профессиональные футурологи и экологи	Одновременно с ростом утилизации свалочного биогаза возрастает количество супертоксикантов в результате метилирования соединений ртути, сурьмы, мышьяка. Следует отказаться от активной дегазации	Провал «зеленых технологий» в зимних условиях 2020 г. предполагает более сдержанное и климатически оправданное их развитие	2025–2030	НИИ экологического профиля

1	2	3	4	5	6	7
	механизма сравнения крупных проектов	должны отслеживать состояние расчетно-модельной базы с тем, чтобы своевременно реагировать на попытки хозяйствующих субъектов Запада дискредитировать российское производство с экологических позиций	свалок и форсировать в них окислительные режимы			