



Munich Personal RePEc Archive

# **Carbon Market and Climate Projects: Perspectives and Opportunities for the Altai Territory**

Pomogaev, Vitalii

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher  
Education Omsk State Agrarian University, Omsk

18 November 2021

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/114303/>  
MPRA Paper No. 114303, posted 14 Sep 2022 10:57 UTC

**Углеродный рынок и климатические  
проекты: перспективы и возможности для  
Алтайского края**

## Перечень сокращений

МГЭИК	Межправительственной группы экспертов по изменению климата
ОЯ	Опасные явления
БКП	Биоклиматический потенциал
МЧР	Механизмы чистого развития
МУР	Механизмы устойчивого развития
ФАО	Продовольственная сельскохозяйственная организация
РКИК ООН	Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
НКО	Национальные климатические обязательства
ЕУК	Единицы установленного количества
ЕСВ	Единицы сокращения выбросов
ССВ	Сертифицированными сокращениями выбросов
ЕА	Единицы абсорбции
ПГ	Парниковые газы
СТВ	Система торговли выбросами
КС (COP)	Русскоязычное сокращение от «Конференция сторон»; английская версия той же аббревиатуры выглядит как COP (Conference of Parties)
УЕ	углеродные единицы
ДСВ	добровольными сокращениями выбросов
ОТС	Внебиржевой рынок (англ. Over The Counter)
CFI	Углеродные финансовые инструменты (Carbon Financial Instruments)
ЦУР	Цели устойчивого развития
CCU	Улавливание диоксида углерода и его использование
CCS	Улавливание диоксида углерода и закачка в геологические резервуары
CDR	Улавливания диоксида углерода из атмосферы и удержания его на десятилетия или столетия
BECCS	Биоэнергетика с улавливанием и хранением углерода
RFG	Геоинженерия радиационного воздействия
SRM	Управление солнечным излучением и изменение альбедо

## Содержание

1. Анализ климатических изменений и их влияние на сельское хозяйство	4
1.1. Изменения климата и глобальное потепление	4
1.2. Прогноз климатических изменений и их влияние на аграрный сектор	7
1.3. Меры по снижению рисков от климатических изменений в зарубежных странах	11
1.4. Политика по митигации и адаптации к изменениям климата в России	13
2. Углеродный рынок	16
2.1. Система регулирования углеродного рынка в рамках Киотского протокола и Парижского соглашения	16
2.2. Добровольный рынок углеродных единиц	22
2.3 Россия и углеродный рынок	29
3. Природоподобные технологии удаления и удержания углерода	37
3.1. Роль сельского и лесного хозяйства в изменении климата	37
3.2. Природоподобные геоинжиниринговые технологии	41
4. Карбоновые полигоны, климатические проекты	49
4.1. Карбоновые полигоны	49
4.2. Карбоновые фермы	52
5. Рекомендации по возможности реализации климатических проектов в Алтайском крае	54
Список использованной литературы	62
Глоссарий	66
Приложение 1	81

## 1. Анализ климатических изменений и их влияние на сельское хозяйство

### 1.1. Изменения климата и глобальное потепление

В основе современных методик и технологий наблюдения за климатической системой лежат прямые измерения и дистанционное зондирование, осуществляемое со спутников. Палеоклиматические реконструкции позволяют продлить некоторые ряды на периоды до миллионов лет назад, а ансамблевые климатические модели позволяют строить прогнозы с достоверностью до 98% на десятки и сотни лет в перед. В своей совокупности они дают всестороннее представление об изменениях в атмосфере, океане, криосфере и на поверхности суши.

Изменение климата включает не только повышение средних температур, но и экстремальные погодные явления, изменение популяций и мест обитания диких животных, повышение уровня моря и ряд других воздействий. Все эти изменения происходят как на основании естественных фактов (например, «Циклы Миланковича» [1]), так и в следствии человеческой деятельности (антропогенный фактор). По мнению многих ученых, именно антропогенный фактор вызвал глобальное потепление, в основе которого лежит увеличение энергии (солнечной радиации), аккумулированной в климатической системе Земли. Последнее, в свою очередь, происходит из-за увеличения в атмосфере концентрации парниковых газов вследствие сжигания ископаемого топлива, вырубки лесов, интенсивного сельское хозяйство и пр. Сегодня в атмосфере содержится на 42% больше  $\text{CO}_2$ , чем в начале индустриальной эры (рис. 1) [2]. Уровни метана ( $\text{CH}_4$ ) и углекислого газа сейчас экстремально высокий за полмиллиона лет. Выбросы углерода распределяются между атмосферой и поглотителями углерода на суше и в океанах. Океан и наземные экосистемы поглощают примерно половину антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ , но половина остается в атмосфере.

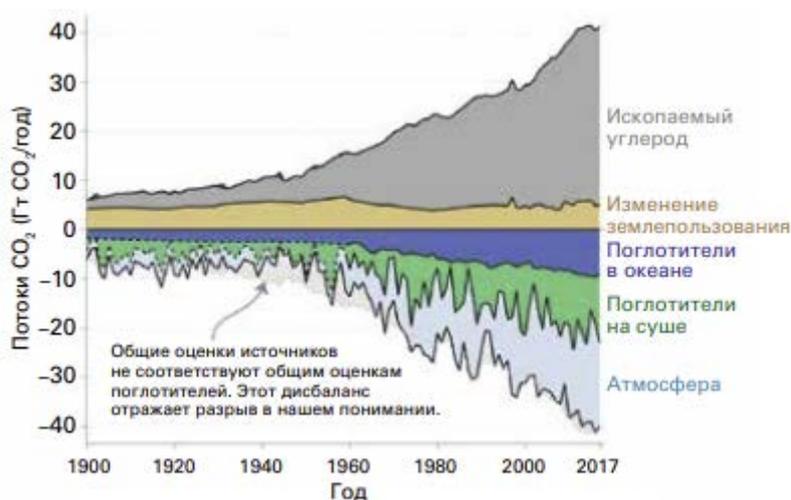


Рисунок 1 - Исторический глобальный углеродный бюджет в 1900-2017 гг.

По данным Росгидромета 2020 год в России был необычайно теплым: максимальные значения за все время наблюдений отмечены не только для среднегодовой температуры, но и для всех сезонов, кроме лета. Осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961-90 гг.) составила  $+3,22\text{ }^{\circ}\text{C}$  – это более чем на 1 градус выше предыдущего максимума 2007 г. (рисунок 2) [3]. В целом на территории России потепление климата происходит примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем по Земному шару: в период 1976–2016 гг. оно составило  $0,45\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 10 лет. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в Азиатской части России (на Таймыре – более  $+0,9\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ ) [4].

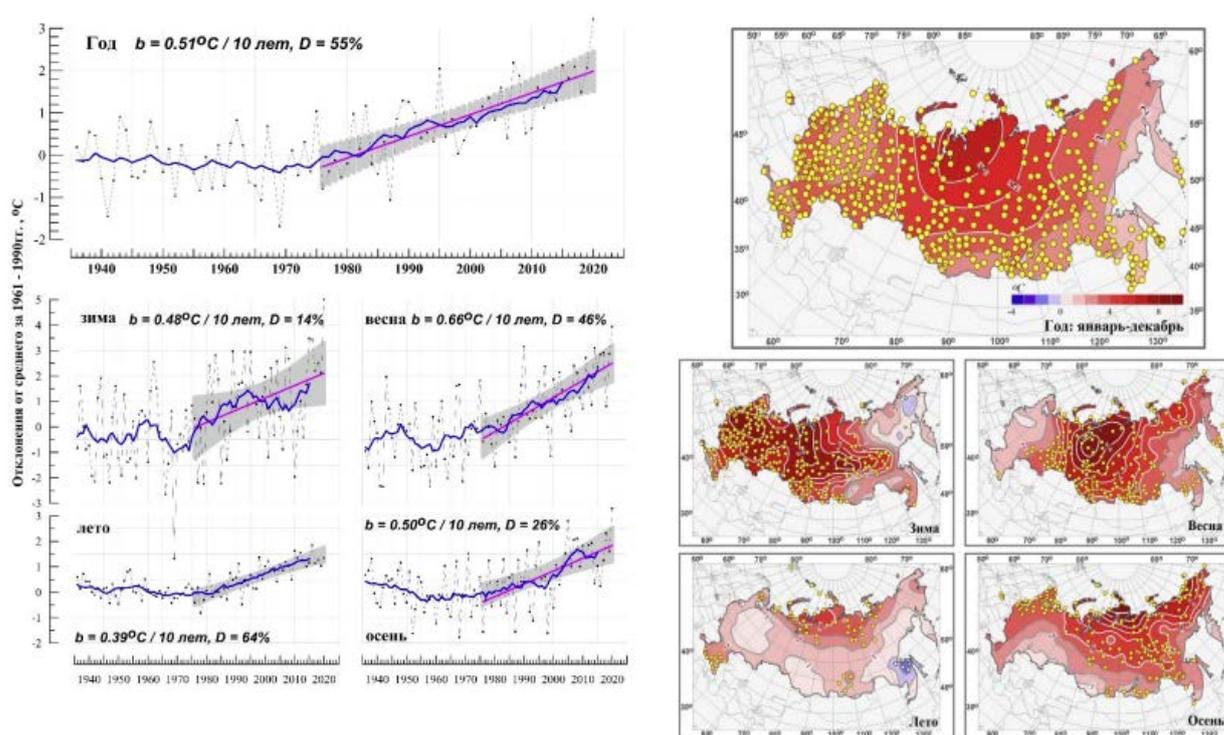


Рисунок 2 - Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха, осредненные по территории России, 1936-2020 гг.

Современная статистика свидетельствует о растущем во всем мире ущербе от опасных погодных и климатических явлений. По данным Росгидромета, на территории Российской Федерации отмечается рост опасных гидрометеорологических явлений, включая агрометеорологические и гидрологические [3]. На рисунке 3 приведены данные за 1996-2020 гг. о динамике количества опасных гидрометеорологических явлений, которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

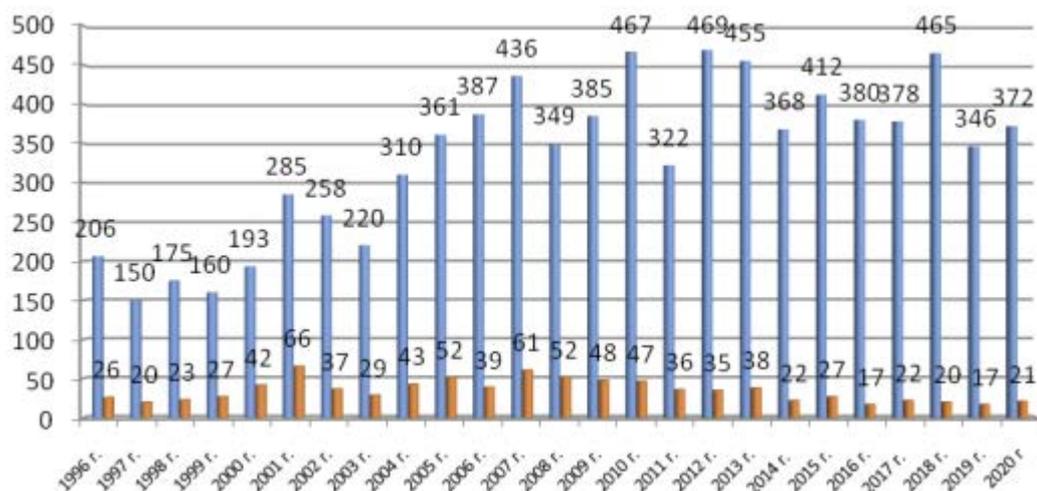


Рисунок 3 - Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных опасных явлений (красный).

Моделирование климата его изменений, с использованием климатических моделей шестого поколения, при разных сценариях позволяет оценить масштаб возможных последствий (рисунок 4). В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) содержится самая четкая и всеобъемлющая на сегодняшний день оценка потепления атмосферы, океанов и суши [6]. Доклады МГЭИК готовят сотни ученых со всего мира, анализируя тысячи научных работ с результатами наблюдений, компьютерного моделирования и тщательно проверяют каждую формулировку. Столько углекислого газа, как сейчас, в атмосфере не было последние 2 млн лет, метана и закиси азота — 800 тыс. лет. В докладе МГЭИК прогнозируется, что в ближайшие десятилетия изменение климата будет усиливаться во всех регионах. При глобальном потеплении на 1,5°C будет наблюдаться усиление волн тепла, удлинение теплых и сокращение холодных сезонов, а также изменение характера осадков, влияющее наводнения и засухи. В докладе говорится о том, что при глобальном потеплении на 2 °C экстремальные показатели жары будут чаще достигать критических порогов толерантности для сельского хозяйства и здоровья.

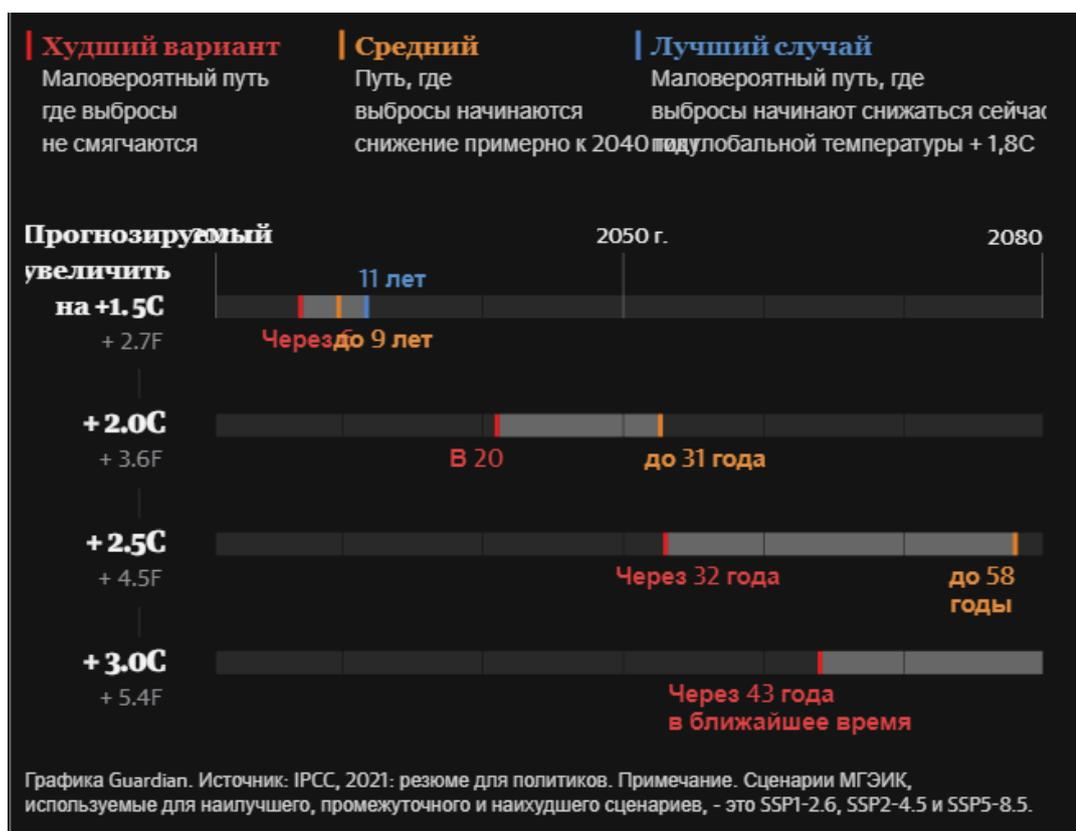


Рисунок 4 - Средняя глобальная температура поверхности земли относительно базового уровня 1850-1900 гг. для трех сценариев.

Существует множество оценок приведенным выше данным, однако большинство ученых сходится во мнении, что настоящие климатические изменения не вписываются в глобальные природные циклы изменения климата и вызваны влиянием антропогенных факторов, а дальнейший неконтролируемый рост повышения температуры приведет к возникновению критического количества опасных природных явлений для отдельных территорий, социально-экономической напряженности, климатической миграции целых народов и т.д. С целью недопущения этого, правительствами мира принимаются шаги, направленные на митигацию и адаптацию к изменениям климата, стимулированию перехода на «зеленые» технологии, а также меры экономического принуждения к снижению антропогенного воздействия на климат.

## 1.2. Прогноз климатических изменений и их влияние на аграрный сектор

Сельское хозяйство, и в особенности растениеводство, является наиболее чувствительным к изменению климата. К опасным для сельского хозяйства явлениям относятся: засухи, суховеи, заморозки, переувлажнение почвы, градобития и некоторые другие, а также комплексы неблагоприятных гидрометеорологических явлений, вызывающих полегание посевов, резкое снижение их продуктивности, гибель и затрудняющих проведение полевых

работ, особенно уборку урожая. К опасным относятся также гидрометеорологические явления холодного периода года, приводящие к вымерзанию, вымоканию и выбриванию озимых культур, а также к повреждению многолетних насаждений [5].

Согласно прогнозам Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля (доклад Анны Романовской «Климатический мониторинг: методы, результаты, перспективы развития в России»), на отдельных территориях России уже сейчас проявляются существенные климатические угрозы, особенно для агропродовольственного сектора (рисунок 5). Катастрофически страдает Юг и Центральная часть России, самые продуктивные сельскохозяйственные районы страны. На ряде территорий возможности по адаптации сельскохозяйственного производства к изменениям климата уже исчерпаны!



Рисунок 5 – Регионы России подверженные климатической нагрузке.

Несмотря на то, что сейчас на остальной территории России (кроме районов вечной мерзлоты, существенно подверженных климатическим угрозам) не наблюдается статистически значимых климатических изменений, очевидно, что уже в ближайшей перспективе возникнет необходимость адаптации агропромышленного производства к почвенным засухам, экстремальной жаре, росту количества опасных природных явлений. Кроме того, с целью обеспечения продовольственной безопасности страны, возрастут требования к продуктивности производства на этих территориях, повысится конкуренция за территории пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур.

Полученные в системе «Климат-Почва-Урожай» оценки показывают (рисунок 6), что отрицательные аномалии климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы наблюдались на ЕЧР в ЦФО и ЮФО, на АЧР – в УФО и СФО. Значительные потери (недоборы) урожайности, связанные с

длительным засушливым периодом, наблюдались в Алтайском крае, Челябинской, Курганской, Свердловской, Омской и Волгоградской областях [3].

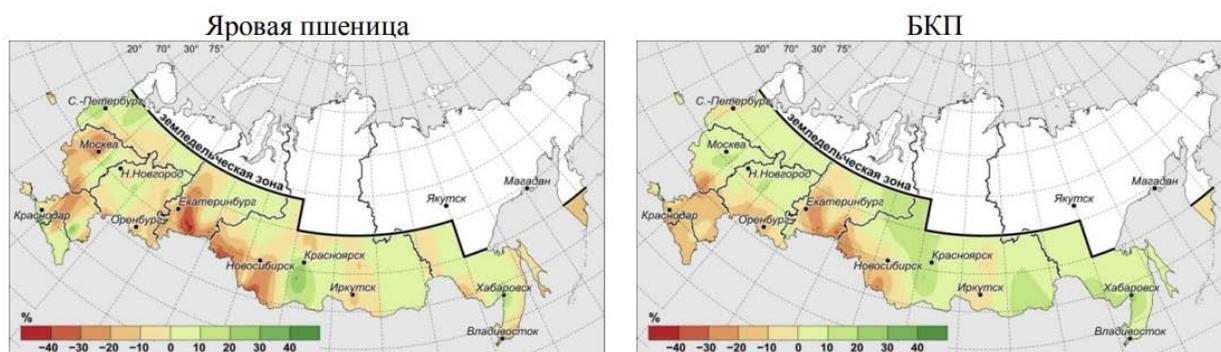


Рисунок 6 - Отклонения (%) значений биоклиматического потенциала и климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы за 2020 г. от средних за 2000-2019 гг.

Более глубокий расчет климатически обусловленной урожайности по динамической модели «Погода–Урожай» (табл. 1) выполненный для 24 субъектов (область, край, республика), где средние посевные площади за период 1995–2015 гг., занятые яровой пшеницей превышали 100 тыс. га. показывает, что посевные площади под яровой пшеницей к настоящему времени значительно сократились на этой территории по сравнению с базовым периодом 1961–1980 гг. При этом в целом по России за период 1995–2015 гг. посевные площади яровой пшеницы практически не изменились [4]. Во многом, причиной тому является увеличение числа неурожайных лет с потерей урожайности в регионах подверженных климатическим рискам.

Таблица 1 - Посевные площади яровой пшеницы в основных ареалах ее возделывания и число случаев со значительным недобором (Ncr) зерна по двадцатилетиям 1961–1980 и 1995–2015 гг.

Субъект РФ	Посевная площадь, тыс. га		Сокращение/увеличение площадей S(95-15)/S(61-80), %	Число неурожайных лет N с потерей урожайности 20-40% и более 40%			
	1995-2015 гг.	1961-1980 гг.		20-40%	Более 40%	20-40%	Более 40%
				1961-1980 гг.		1995-2015 гг.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Алтайский	2428	3943	62	4	0	3	2
Оренбургская	1607	3066	52	3	2	3	6
Омская	1472	1692	87	4	1	3	4
Новосибирская	1211	1807	67	4	0	1	2
Курганская	867	1389	62	1	5	2	5
Челябинская	861	1260	68	3	1	1	6

Башкирия	804	1585	51	1	1	2	3
Красноярский	706	1323	53	1	0	2	1
Татарстан	546	825	66	3	2	4	3
Саратовская	435	1896	23	3	2	3	4
Тюменская	401	682	59	3	0	3	2
Кемеровская	336	448	75	2	1	2	1
Иркутская	279	609	46	0	0	2	0
Самарская	237	921	26	4	2	0	6
Пермская	189	332	57	2	2	3	0
Свердловская	177	330	54	2	0	2	2
Читинская	156	441	35	0	0	3	3
Томская	147	175	84	2	0	1	1
Волгоградская	154	1297	12	-	-	-	-
Ульяновская	152	402	38	-	-	-	-
Кировская	144	134	107	2	0	3	0
Пензенская	125	342	37	5	4	2	2
Нижегородская	121	133	91	1	0	2	1
Амурская	108	421	26	0	0	3	0

Влияние климатических изменений в агроном секторе проявятся как в растениеводстве, так и животноводстве. Само растениеводство, как кормовая база для животноводства определяет основные риски в животноводстве. Также к прямым рискам можно отнести, перегрев животных при аномальных погодных условиях (аномально жаркая погода, суховеи). Косвенные же риски в сфере животноводства, могут быть связаны с нехваткой воды, болезнями и пр.

Важнейшие для растениеводства, ожидаемые изменения сводятся к следующему:

- росту теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и росту продолжительности вегетационного периода;
- повышению зимних температур воздуха, определяющих условия перезимовки сельскохозяйственных культур;
- изменению условий увлажнения, которые обуславливаются ростом количества осадков в холодный период года и уменьшением осадков в теплый период года.

Еще одним фактором риска для сельского хозяйства является неблагоприятное воздействие вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур, как на валовые сборы, так и качество продукции растениеводства. В первую очередь это связано со смещением изолиний сумм активных и эффективных температур воздуха и среднегодовых температур, ограничивающих их распространение, а также с увеличением зимних температур воздуха в Сибири и на Севере России. Сокращение районов с многолетней мерзлотой и увеличение толщины снежного покрова в Сибири способствует большей выживаемости различных сельскохозяйственных вредителей и патогенов в зимний период.

Изменения климата коснутся и лесного комплекса, для которого значимыми климатическими показателями являются [7]:

- радиационный баланс;

- количество твердых и жидких осадков;
- сумма активных температур;
- продолжительность вегетации, т. е. периода с температурой выше +10 °С;
- индекс континентальности (функция широты, годовой и суточной амплитуды температуры воздуха, дефицита влажности в самый сухой месяц);
- число дней с сильным ветром;
- индексы пожароопасности, отражающие баланс иссушающих и увлажняющих факторов для лесных экосистем;
- число дней с низкой температурой воздуха (ниже -30 °С).

Наиболее значимые климатические риски для лесного комплекса связаны с лесными пожарами, экстремальными погодными явлениями, вредителями и болезнями, сдвиги природных зон, уменьшение биоразнообразия и т.д.

### **1.3. Меры по снижению рисков от климатических изменений в зарубежных странах**

Точкой отсчета постановки проблемы изменения климата можно считать Рамочную конвенцию ООН об изменении климата, РКИК (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC) - соглашение об общих принципах действия стран по проблеме изменения климата. Ее подписали более чем 180 стран мира, включая все республики бывшего СССР в 1992 году. Начиная с 1995 года проводятся Конференции сторон конвенции (Conference of the Parties, COP) - верховный орган, собирающийся каждый год для рассмотрения итогов реализации положений конвенции, принятия решений по дальнейшей разработке правил конвенции и переговоров по новым обязательствам [8].

Механизмы чистого развития (МЧР), созданные в рамках Киотского протокола в 1996 году, направлены на сокращение выбросов в развивающихся странах путем выпуска кредитов, которые можно было использовать для «компенсации» увеличения выбросов в развитых странах. Доходы МЧР на сегодняшний день являются крупнейшим источником финансирования мер по смягчению последствий изменения климата

Парижское соглашение от 2015 года, закладывает принципы глобальных действий по борьбе с изменением климата на период с 2020 года, предусматривает создание Механизма устойчивого развития (МУР) [9]. Цели МУР заключаются в том, чтобы содействовать более высоким устремлениям, направленным на обеспечение сокращения выбросов и устойчивое развитие, а также достичь сокращения суммарных выбросов парниковых газов.

Если на ранних этапах реализации МЧР международное сообщество было сосредоточено на попытках ограничить выбросы CO<sub>2</sub>, то в последние годы речь идет о реализации проектов, направленных на адаптацию к изменению климата и смягчения его последствий. Разница между стратегиями смягчения последствий изменения климата и адаптацией к изменению климата заключается в том, что смягчение последствий нацелено на устранение причин и минимизацию возможных воздействий изменения

климата, тогда как адаптация рассматривает, как уменьшить негативные последствия, которые она оказывает, и как использовать любые возможности, которые возникают. Там, где стратегии смягчения последствий не позволяют достичь целей по сдерживанию выбросов, устойчивость к изменению климата будет иметь ключевое значение для уменьшения воздействия изменения климата.

Ниже приведены широко распространенные и поддерживаемые на международном уровне меры по смягчению и адаптации к изменению климата.

#### **Смягчение последствий изменения климата:**

1. Переход на возобновляемые источники энергии взамен ископаемых видов топлива.

2. Внедрение технологий добычи и переработки ископаемого топлива, позволяющих снизить антропогенную нагрузку.

3. Повышение энергоэффективности, внедрение технологий замкнутого цикла.

4. Развитие личного, общественного и коммерческого транспорта, преимущественно работающего на использовании возобновляемых источников энергии.

5. Развитие городского пространства, стимулирующего использование общественного транспорта, велосипедов.

6. Содействие внедрению экологических технологий в промышленность, сельское хозяйство (регенеративное сельское хозяйство, климатически ориентированное сельское хозяйство и т.д.).

7. Развитие низкоуглеродных устойчивых пищевых цепочек, содействие ответственному потреблению и правилу 3R (сокращение, повторное использование, переработка).

8. Ограничение использования ископаемого топлива и жесткий контроль выбросов CO<sub>2</sub>.

9. Исследование и разработка геоинжиниринговых технологий, направленных на улавливание и удержание CO<sub>2</sub>.

#### **Адаптация к изменению климата:**

1. Возведение зданий и инфраструктуры, которые более безопасны и устойчивы к возникновению опасных природно-климатических явлений.

2. Восстановление лесов и поврежденных экосистем, а также развитие биоразнообразия.

3. Диверсификация сельскохозяйственных культур и технологий их возделывания, чтобы они могли лучше адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям (в том числе и к появлению новых видов болезней и вредителей), а также произрастать в нетрадиционных для своего вида широтах.

4. Исследование и разработка инновационных решений для предотвращения и управления природными катастрофами.

5. Разработка планов действий при чрезвычайных климатических ситуациях, в том числе создание условий для климатической миграции.

#### **1.4. Политика по митигации и адаптации к изменениям климата в России**

Российская Федерация ратифицировала рамочную Конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) в 1994 году. В 1997 году на 3-й Конференции Сторон РКИК ООН был согласован Киотский протокол, который вступил в силу только через 7 лет - 16 февраля 2005 года. Парижское соглашение по климату Россия подписала еще в апреле 2016 года, но ратифицировала его только через три года.

Россия, страна с разнообразными природно-климатическими зонами, деятельность в которых сопряжена с преодолением различных природных факторов неоправданности и опасных погодных явлений. Поэтому в науке и практике имеется достаточно много решений, которые могут лечь в основу мероприятий по смягчению последствий и адаптации к изменяющемуся климату. Сейчас принято обсуждать три направления в рамках действий, связанных с изменением климата: митигация (смягчение последствий в международной формулировке), адаптация к изменениям климата и продовольственный мониторинг.

**Митигация** (предотвращение последствий) - любые меры, принятые для устранения или снижения долгосрочного риска и опасности для ведения хозяйственной деятельности от климатических изменений. Необходимо отметить, что государственная и корпоративная политика по этому направлению в России не сформировалась, что несет в себе колоссальные риски. Реализация мер по предотвращению последствий изменения климата в секторах экономики способна в будущем сделать экономику более устойчивой, предотвратить финансовые потери и избежать социальной напряженности. В сельском хозяйстве к таким мерам можно отнести: разработку и внедрение ресурсосберегающих технологий; опережающая селекция (создание многолетних сортов культур, сортов культур для произрастания в нетипичных для них условиях и т.д.); внедрение практик регенеративного сельского хозяйства или практик климатически оптимизированного сельского хозяйства; замена традиционных источников энергии на биоресурсы (переработка продуктов отхода производства в энергию) и т.д.

**Продовольственный мониторинг** - система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению продовольственной безопасности. К сожалению, в нашей стране этому направлению также не уделяется должного внимания. Несмотря на то, что в последние годы импорт продовольствия снизился, мы по-прежнему ввозим свинину, мясо КРС, птицу, овощи, молочные продукты и т.д. Россия не обеспечена собственными сортами картофеля, бобовых, отдельными сортами зерновых культур (с требованием к уровню качества и продуктивности) и т.д. При непредсказуемых изменениях климата такая ситуация может привести к социально-экономической напряженности и дефициту продовольствия. В

качестве первоочередных мер можно предложить: прогнозирование процессов изменения климата и их влияние на сельское хозяйство; планирование размещения культур и производств с учетом роста температур, деградации почв, увеличения опасных природных явлений; прогнозирование объемов производства и динамики изменения требований к культурам; развитие производств и рынка альтернативного продовольствия (растительные заменители мяса и молока, клеточное мясо, продукты из белка насекомых и т.д.).

**Адаптация к изменениям климата** - это способность системы приспосабливаться (адаптироваться) к изменению климата (в том числе к изменчивости климата и экстремальным явлениям) для снижения потенциального ущерба в процессе хозяйственной деятельности. Речь идет о непрерывной корректировке бизнес-процессов, действий или структур, предпринимаемой с целью снижения потенциальных рисков или использования благоприятных возможностей, связанных с изменением климата. Подходы к адаптации в зависимости от территории и отрасли экономики могут сильно различаться. Адаптация может заключаться в постройке защитных сооружений от наводнений, создании систем раннего оповещения о циклонах, переходе на возделывание устойчивых к засухе сельскохозяйственных культур или озимых культур, а также перепрофилировании систем коммуникации, коммерческой деятельности и государственного управления.

Ниже приведены наиболее значимые законодательные акты, содержащие требования к разработке мер по адаптации к изменяющемуся климату, в том числе относящиеся к региональным органам власти на отдельных территориях.

1. Национальный план адаптации к изменениям климата (распоряжение от 25 декабря 2019 года №3183-р).

2. Указ Президента РФ от 08.02.2021 № 76 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений».

3. Распоряжение Президента РФ от 17.12.2009 N 861-рп «О Климатической доктрине Российской Федерации».

4. Распоряжение Правительства РФ от 03.09.2010 N 1458-р «Об утверждении Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата)» (с учетом аспектов изменения климата).

5. Распоряжение Правительства РФ от 30.10.2010 N 1926-р «О Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 года и на более отдаленную перспективу».

6. Распоряжение Правительства РФ от 25.12.2019 N 3183-р (ред. от 17.08.2021) «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года».

7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.11.2020 № 3024-р - разделена ответственность за климатическую политику в России.

8. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года».

9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.07.2021 № 1912-р – цели и основные направления устойчивого (в том числе зеленого) развития российской Федерации.

10. Распоряжение Минприроды России от 30.09.2021 N 38-р «Об утверждении Плана адаптации к изменениям климата в сфере природопользования».

11. Приказ Минэкономразвития России от 13.05.2021 N 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» (вместе с «Методическими рекомендациями по оценке климатических рисков», «Методическими рекомендациями по ранжированию адаптационных мероприятий по степени их приоритетности», «Методическими рекомендациями по формированию отраслевых, региональных и корпоративных планов адаптации к изменениям климата»)

12. Приказ Минстроя России от 15.10.2021 N 754/пр «Об утверждении плана адаптации к изменениям климата в сферах строительства, теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения Российской Федерации».

13. ГОСТ Р 54139-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Изменение климата (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 21.12.2010 N 885-ст).

14. Федеральная научно-технической программы в области экологического развития и климатических изменений на 2021 - 2030 годы.

15. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года.

Таким образом, можно заключить, что с учетом очевидных климатических изменений и социально-экономических рисков, связанных с их последствиями в России, только формируется политика разработки и реализации адаптационных мероприятий. Во многих регионах России так и не выполнена оценка климатических рисков для территории и экономики, не сформированы отраслевые, региональные и корпоративные планы адаптации к изменениям климата.

## **2. Углеродный рынок**

### **2.1. Система регулирования углеродного рынка в рамках Киотского протокола и Парижского соглашения**

Киотский протокол и Парижское соглашение являются отдельными и независимыми инструментами Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) [8]. Они отражают последовательность реализации ООН инициатив, направленных на

предотвращение глобального потепления и не имеют прямого отношения друг к другу.

Порядок осуществления механизмов Киотского протокола был принят на 7-ой Конференции сторон РКИК в Марракеше (Марокко) в 2001 г. Соответствующий документ получил название «Марракешское соглашение» (Marrakech Accord). Впоследствии этот порядок был утвержден на первой встрече сторон Киотского протокола в Монреале (Канада) в 2005 г. сразу после вступления КП в силу.

Инструментом для реализации Киотского протокола были, в том числе, гибкие механизмы (Рисунок 7) предусматривающие разделение участников на развитые страны, с конкретными целевыми показателями выбросов, и развивающиеся страны, не имеющие целевых показателей выбросов.

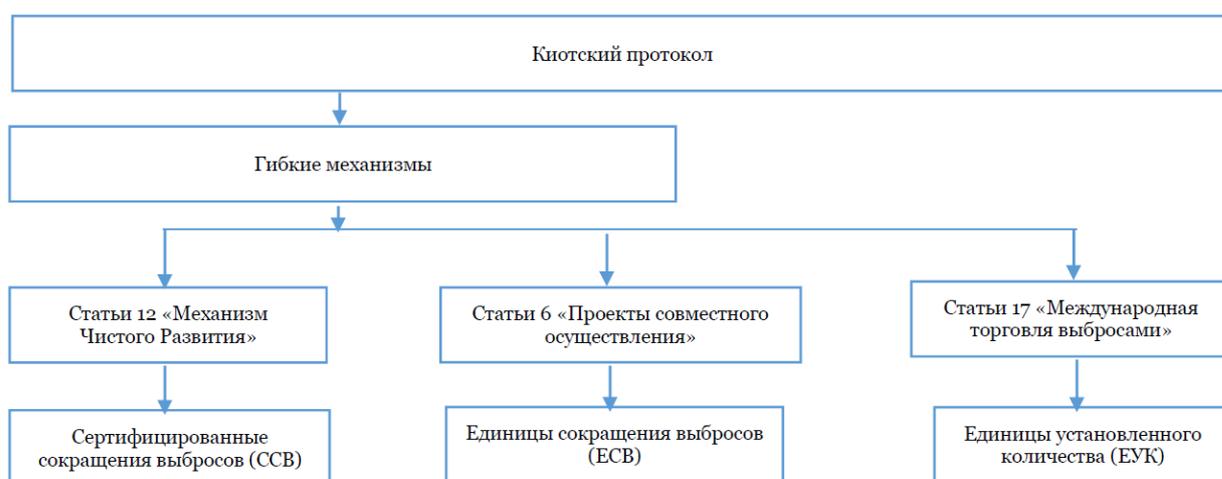


Рисунок 7 – Гибкие механизмы РКИК ООН

Статья 6 описывает совместное осуществление (СО) позволяет странам засчитывать сокращения выбросов, которые связаны с их инвестициями в другие промышленно развитые страны, в результате чего одна страна передает другой стране эквивалентные «единицы сокращения выбросов».

Статья 12 описывает МЧР, который позволяет осуществлять проекты для сокращения выбросов, которые помогают в обеспечении устойчивого развития в развивающихся странах и дают инвестору возможность пользоваться «сертифицированными сокращениями выбросов».

Статья 17 описывает механизмы международной торговля выбросами, которые позволяет странам передавать другим странам часть своих «разрешенных выбросов» («установленные количества»).

Эти механизмы дают странам и компаниям возможность сокращать выбросы ПГ в любых точках планеты при минимальных затратах и засчитывать эти объемы сокращения для достижения своих количественных обязательств стран. При помощи проектов сокращения выбросов, эти механизмы должны стимулировать международные инвестиции и обеспечивать приток необходимых ресурсов для экологически более чистого экономического роста во всех регионах мира.

Международная торговля выбросами – это механизм углеродной торговли, который позволяет странам Приложения 1 РКИК (имеющим в соответствии с КП количественные обязательства по ограничению и сокращению выбросов ПГ) продавать друг другу излишки своей национальной квоты на выбросы ПГ в форме соответствующих углеродных единиц (Единицы установленного количества, ЕУК) в пределах установленных ограничений (сверх обязательного резерва). На практике этот механизм в качестве обязательного условия предусматривает инвестирование средств, вырученных от реализации ЕУК, в проекты по снижению выбросов ПГ и/или иные проекты, направленные на уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

Углеродный рынок – рынок углеродных единиц (УЕ), измеряемых в тоннах  $\text{CO}_2$ -эквивалента (т  $\text{CO}_2$ -экв.), которые выпускаются в обращение уполномоченными на то органами в электронной форме в виде записей на счетах в реестре углеродных единиц (углеродном реестре). Различают два типа углеродных единиц: одни выпускаются в подтверждение права на выброс парниковых газов в соответствии с установленной эмитенту выбросов квотой (в рамках национальной системы регулирования выбросов ПГ) либо добровольно взятым эмитентом обязательством по ограничению и сокращению выбросов ПГ; другие – в подтверждение сокращения выбросов ПГ, достигнутого в результате реализации проекта, признаваемого проектом по сокращению выбросов ПГ в соответствии с установленными требованиями и критериями [10].

Считается, что эмитент уложился в установленную квоту на выбросы (выполнил обязательство по ограничению и сокращению выбросов) ПГ, если по окончании отчетного периода фактические выбросы эмитента не превысили количества углеродных единиц на счете эмитента в углеродном реестре. При этом эмитент вправе в любое время по своему усмотрению продавать и покупать (приобретать) углеродные единицы, а также накапливать их и переносить на последующие периоды.

Углеродный рынок по сути перераспределяет ресурсы в глобальном масштабе в пользу низкоуглеродных технологий, отраслей и производств, характеризующихся наименьшими выбросами ПГ, способствуя, в конечном счете, переводу мировой экономики на инновационный, низкоуглеродный путь развития.

Финансирование в рамках МЧР должны помогать развивающимся странам в достижении ряда экономических, социальных, экологических целей и целей устойчивого развития, таких как обеспечение чистоты атмосферного воздуха и воды, улучшение землепользования, которые сопровождаются также и позитивным социальным эффектом, включая развитие сельских районов, повышение занятости, сокращение бедности и, во многих случаях, сокращение зависимости от импортируемого ископаемого топлива.

МЧР рассматривают проекты в следующих секторах:

- Повышение энергоэффективности на уровне пользователя (конкретного хозяйствующего субъекта);

- Повышение энергоэффективности в производстве энергии;
- Развитие возобновляемых источников энергии;
- Замена топлива альтернативными видами, приводящими к сокращению выбросов ПГ;
- Сокращение выбросов в сельском хозяйстве (сокращение выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O);
- Сокращение выбросов в промышленном производстве (CO<sub>2</sub> при производстве цемента и т.д., ГФУ, ПФУ, SF<sub>6</sub>);
- Проекты поглощения (только облесение и лесовозобновление).

Проектный цикл МЧР состоит из семи основных этапов (рисунок 8): формулировка и разработка проекта, получение национального согласия, одобрение и регистрация проекта, финансирование проекта, мониторинг, проверка/сертификация и введение в обращение ССВ. Первые четыре этапа выполняются до начала проекта, а три следующих связаны с операционным циклом проекта.

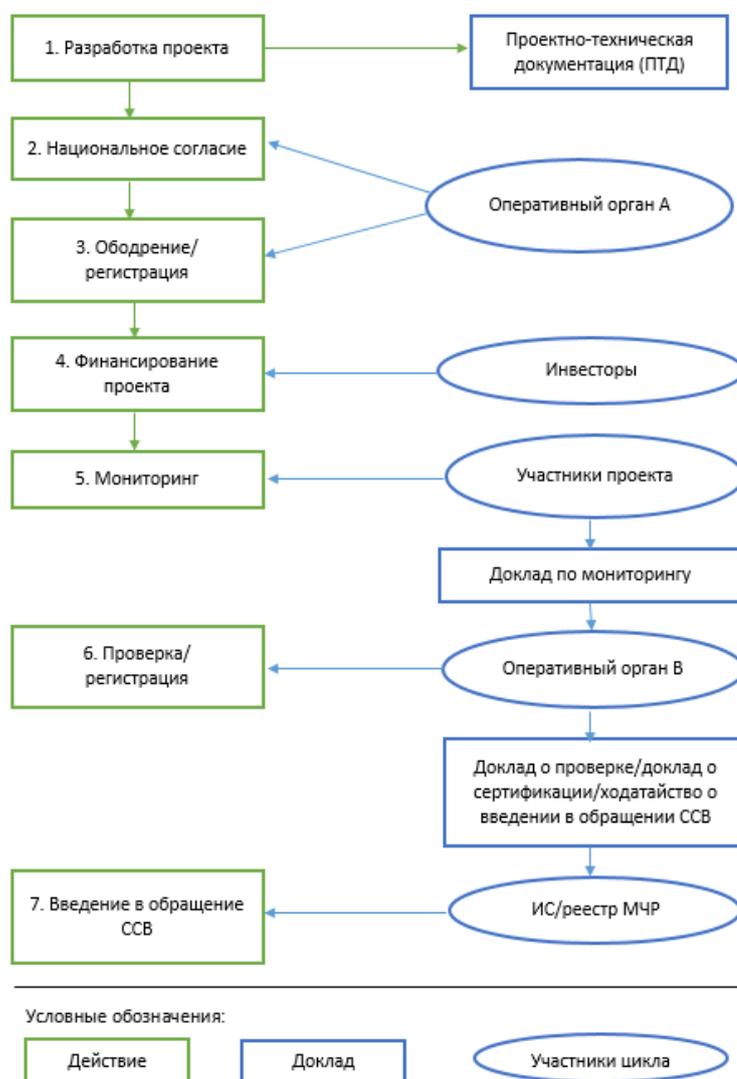


Рисунок 8 - Проектный цикл МЧР

Наряду с развитием межгосударственного регулирования выбросов парниковых газов в последнее десятилетие быстрыми темпами расширяется практика использования национальных и региональных систем торговли выбросами (СТВ). К настоящему моменту 27 административных субъектов (интеграционных объединений, стран и регионов в их составе) используют этот инструмент. Основной принцип его работы состоит в определении максимально допустимого объема выбросов в экономике, который затем распределяется (бесплатно или посредством аукциона) между эмитентами, охваченными регулированием. В случае превышения допустимого объема выбросов компании вынуждены докупать недостающие разрешения на рынке, а в случае, если объем выбросов оказывается меньше допустимого, могут продать излишек. Таким образом, установленный регулятором потолок выбросов и множество сделок по купле-продаже разрешений на выбросы приводят к формированию рыночной цены на них.

Наиболее развитой является Европейская система торговли выбросами (ЕСТВ), которая была запущена в 2005 г. и сейчас покрывает 11 тыс. компаний в 31 стране. ЕСТВ - главный инструмент европейской политики по переходу к низкоуглеродному развитию и противодействию изменению климата. ЕСТВ также стала образцом для создания аналогичных систем в Калифорнии, ряде провинций Канады, Новой Зеландии и некоторых других странах. В декабре 2017 г. система торговли выбросами была запущена в Китае. Она уже стала самой крупной в мире по охвату и имеет планы расширения (рисунок 9).

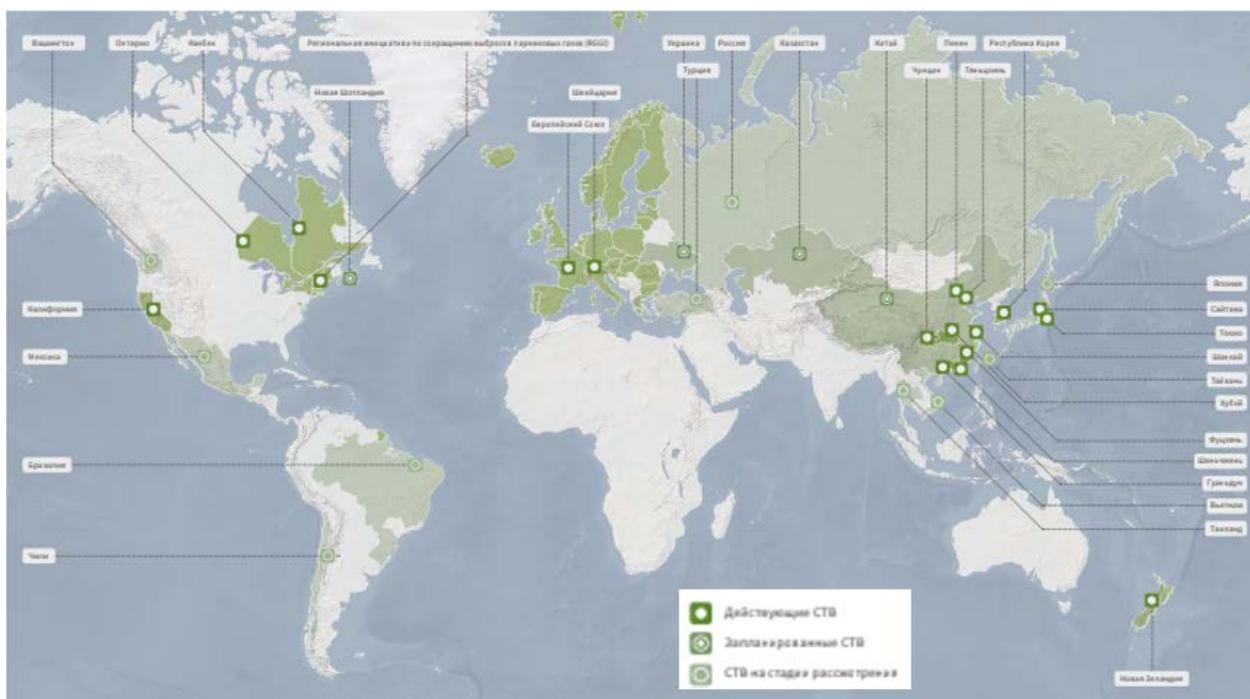


Рисунок 9 – Карта системы торговли выбросами

Многие национальные СТВ интегрированы в системы торговли других стран и регионов. Например, ЕСТВ была скоординирована с МЧР и ПСО,

посредством чего компании с европейского углеродного рынка были вовлечены в проекты за его пределами. Однако до выработки к 2020 г. более эффективной системы международного зачета единиц сокращения выбросов ЕСТВ существенным образом ограничила зачет единиц сторонних проектов.

В свою очередь Парижское соглашение предусматривает, что все стороны должны представить и выполнить свои климатические обязательства (национальные климатические обязательства (НКО)), которые заключаются в ограничении роста глобальной температуры и декарбонизации экономики ко второй половине этого столетия. В целом, страны, подписавшие под Парижским соглашением, обязались выполнить следующие условия:

- снизить выбросы парниковых газов;
- увеличить производство возобновляемой энергии;
- удержать глобальный рост температуры на уровне значительно ниже 2°C, в идеале ограничить его 1,5°C;
- помочь более бедным, развивающимся странам справиться с последствиями изменения климата.

Тогда же было установлено, что следить за тем, как продвигается работа в этом направлении, и подводить предварительные итоги страны будут раз в пять лет. Первый саммит в рамках Парижского соглашения КС-26 (COP-26) должен был состояться в прошлом, 2020 году, но из-за пандемии его пришлось перенести на 2021 год.

Парижское соглашение закладывает принципы глобальных действий по борьбе с изменением климата на основе Механизмов устойчивого развития (МУР). Несмотря на то, что данный механизм имеет ряд компонентов МЧР, МУР должен функционировать в мире, в котором все страны имеют цели в области смягчения последствий изменения климата. Эта его особенность резко контрастирует с концепцией МЧР, который был внедрен исключительно как механизм компенсации для стран эмитентов парниковых газов. Сокращения выбросов в развивающихся странах генерировали кредиты, которые можно было использовать для «компенсации» увеличения выбросов в развитых странах, но все еще соответствуют их целям в области климата.

Важно отметить, что Парижское соглашение не отменяет механизмов Киотского протокола. Страны в рамках КС (конференции сторон) должны вырабатывать новые механизмы и совершенствовать имеющиеся. Предполагалось, что на КС-26, который прошел в Шотландии, в городе Глазго с 1 по 12 ноября 2021 года, будут определены новые правила осуществления механизмов реализации проектов и торговли квотами, однако этого не случилось. Участники рынка, снижая свои риски, не используют механизмы, предусмотренные статьями 6,12,17 Киотского протокола, и не имеют возможности в полной мере использовать механизмы, предусмотренных статьей 6 Парижского соглашения (статья 6 Парижского соглашения предусматривает введение конкретных механизмов по регулированию выбросов парниковых газов). В момент написания данного материала оргкомитет КС-26 продолжает собирать от участников саммита предложения по реализации мер, предусмотренных статьей 6 ПС, в том числе правил

реализации инициативы ЕС по введению трансграничного углеродного регулирования, правил ведения единого реестра (гармонизации национальных реестров) углеродных единиц, правил торговли углеродными единицами и т.д. Окончательное формирование механизмов по регулированию выбросов парниковых газов, рыночных и не рыночных механизмов ожидается экспертами не ранее 2023 года [11].

Ратифицировав Киотский протокол, Россия с 2009 по 2012 годы активно участвовала в мировом углеродном рынке. Однако во втором периоде действия Киотского протокола (2013-2020 гг.) Россия не приняла на себя количественные обязательства и не смогла продолжить интеграцию в этот рынок. Это лишило российских инвесторов возможности использовать механизмы углеродного финансирования Киотского протокола для реализации проектов по сокращению выбросов парниковых газов. Являясь страной Приложения 1 РКИК, Россия не смогла более привлекать средства для реализации таких проектов в рамках механизма чистого развития в соответствии со статьей 12 Киотского протокола. Де-юре Россия отказалась и от участия, и в международной торговле квотами на выбросы по статье 17 Киотского протокола, и в проектах совместного осуществления по статье 6.

4 ноября 2020 года Президент В.В. Путин подписал Указ № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов», который декларирует намерение России к 2030 году сократить выбросы парниковых газов до 70% от уровня 1990 года [12]. Для исполнения этого указа Правительство должно утвердить Стратегию долгосрочного развития России до 2050 года, которая предполагает снижение углеродоемкости ВВП РФ на 9% к 2030 и на 48% к 2050 году по сравнению с 2020 годом [13]. Указ стал исходной точкой в начале процессов интеграции России в мировую климатическую повестку и важным шагом для развития национального углеродного рынка.

## **2.2. Добровольный рынок углеродных единиц**

Углеродные рынки развиваются и за пределами государственного регулирования. Растет роль добровольных схем зачета сокращений выбросов на основе реализации инвестиционных проектов. Становиться участниками таких схем компании толкает как желание сократить выбросы парниковых газов из соображений корпоративной ответственности, так и наличие сопряженных выгод, в том числе получение долгосрочных конкурентных преимуществ из-за более раннего по сравнению с конкурентами освоения передовых зеленых технологий.

В этой связи необходимо отметить, что одним из драйверов добровольного рынка, в том числе, является ESG отчетность компаний, которая отражает масштаб реализации принципов ответственного инвестирования («зеленого инвестирования»). Ответственное инвестирование – подход к инвестированию, который стремится включить факторы окружающей среды, социальные факторы и факторы управления (ESG факторы) в процесс принятия инвестиционных решений для лучшего управления рисками, устойчивого и долгосрочного возврата от инвестиций.

Фактор окружающей среда, отражает амбиции компании по таким направлениям как: изменение климата; выбросы парниковых газов; истощение природных ресурсов (в т. ч. нехватка питьевой воды); отходы и загрязнение; обезлесение и пр. При принятии инвестиционных решений компании во всем мире все больше и больше учитывают в своей деятельности эффекты климатических изменений и активно принимают участие в реализации климатических проектов, в том числе покупая и продавая углеродные единицы на добровольном рынке.

Сегодня добровольные углеродные рынки позволяют тем, кто выбрасывает углерод, компенсировать свои неизбежные выбросы, покупая углеродные кредиты, выделяемые проектами, направленными на удаление или сокращение выбросов парниковых газов из атмосферы.

Каждый кредит, который соответствует одной метрической тонне сокращенного, предотвращенного или удаленного CO<sub>2</sub> или эквивалентного ПГ, может использоваться компанией или частным лицом для компенсации выброса одной тонны CO<sub>2</sub> или эквивалентных газов. Когда кредит используется для этой цели, он становится компенсацией. Он перемещается в регистр для погашенных кредитов и больше не подлежит продаже.

Компании могут участвовать в добровольном углеродном рынке либо индивидуально, либо как часть отраслевой схемы, такой как схема компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации, которая была создана авиационным сектором для компенсации выбросов парниковых газов. Операторы международных авиакомпаний, участвующие в CORSIA, обязались компенсировать все производимые ими выбросы CO<sub>2</sub> сверх базового уровня 2019 года [14].

Пять основных игроков являются акторами углеродных рынков (рисунок 10).

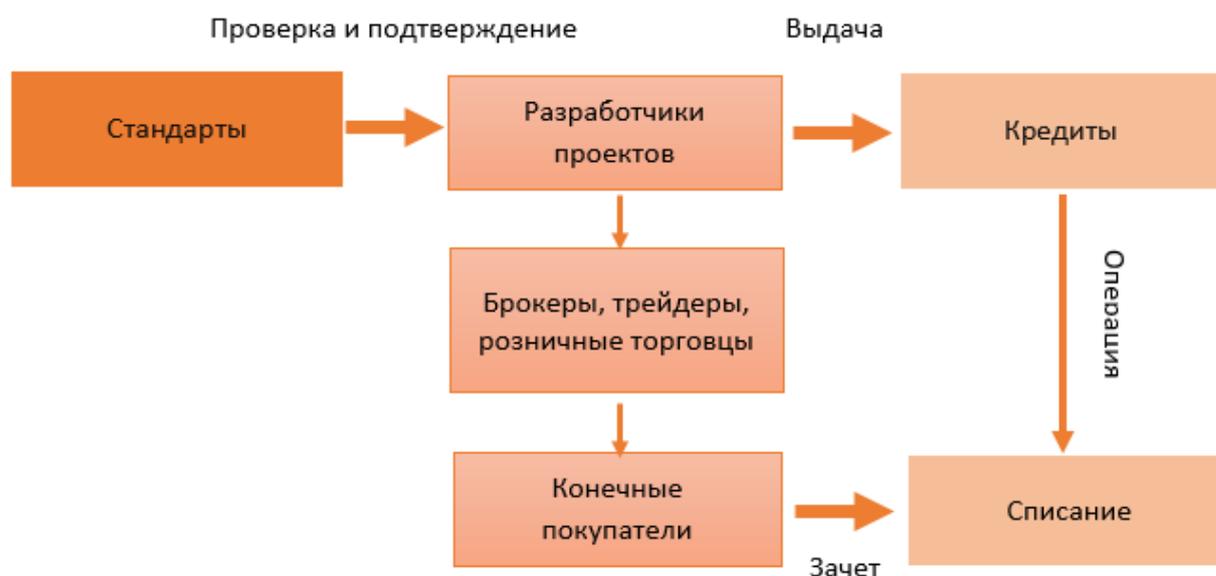


Рисунок 10 – Структура добровольного углеродного рынка (источник: S&P Global Platts)

**Разработчики проектов** – это ключевые участники рынка. Они создают климатические проекты (проекты, которые направлены на сокращение выбросов ПГ или приводят к увеличению их поглощения и соответствуют принципам и целям устойчивого развития) которые генерируют углеродных кредитов.

Существуют проекты, направленные на удаление или снижение прямых выбросов ПГ в результате промышленных процессов, таких как управление выбросами, улавливание или уничтожение озоноразрушающих веществ или очистка сточных вод. Природные проекты включают: предотвращение обезлесения, секвестрацию углерода почвой, агролесоводство, биоэнергетика. Другие типы включают технологический улавливание углерода, такое как прямой улавливание из воздуха. В научных кругах, технологии, лежащие в основе климатических проектов, принято называть геоинжиниринговыми технологиями, и они подробно будут рассмотрены в следующих разделах.

У каждого кредита есть конкретный год выпуска, то есть год, в котором он был выдан, и конкретная дата поставки, когда кредит будет доступен на рынке. Наряду с их основной целью предотвращения или удаления парниковых газов из атмосферы, проекты также могут генерировать дополнительные «сопутствующие выгоды» и способствовать достижению некоторых целей ООН в области устойчивого развития (ЦУР).

**Конечные покупатели.** Рынок продаж кредитов также состоит из конечных покупателей: компаний или даже отдельных потребителей, которые взяли на себя обязательство частично или полностью компенсировать свои выбросы парниковых газов.

Среди покупателей углеродных кредитов были технологические компании, такие как Apple и Google, авиакомпании и крупные нефтегазовые компании, но на рынок выходит все больше секторов промышленности, включая финансы, поскольку они устанавливают свои собственные нулевые цели или ищут пути чтобы застраховаться от финансовых рисков, связанных с переходом на энергоносители. Выполнение статьи 6 Парижского соглашения 13 ноября 2021 года на Конференции ООН по климату, установило правила для механизма кредитования, который будет использоваться 193 сторонами Парижского соглашения для достижения своих целей по сокращению выбросов или определенных на национальном уровне. взносов. Реализация статьи дала возможность странам покупать добровольные углеродные кредиты при соблюдении правил статьи 6.

**Торговля.** Торговля добровольными сокращениями выбросов (ДСВ) осуществляется на добровольном рынке через биржи, которые служат электронными площадками для совершения сделок купли-продажи единиц сокращения выбросов (ЕСВ) или на децентрализованных внебиржевых рынках (ОТС, англ. Over The Counter), где покупатели и продавцы взаимодействуют без биржи в качестве посредника, то есть через брокера или напрямую через электронные средства связи. На биржах, как правило, сделки сопровождают брокеры, а на внебиржевых рынках торговые посредники (трейдеры), которые покупают большие суммы кредитов непосредственно у

поставщика, объединяют эти кредиты в портфели, от сотен до тысяч эквивалентных тонн CO<sub>2</sub>, и продают эти пакеты конечным покупателям, как правило, с некоторой комиссией.

Одной из первых пилотных биржевых площадок на добровольном углеродном рынке была Чикагская климатическая биржа (Chicago Climate Exchange, CCX). С 2003 на ней отработывались на добровольной основе схем квотирования и торговли выбросами ПГ. В проекте участвовало около 450 организаций и компаний (например, Ford, DuPont, Motorola и др.), совокупный объем выбросов которых на момент присоединения к проекту превышал 680 млн тонн CO<sub>2</sub>-экв. в год.

Каждый участник биржи добровольно принимал на себя типовое обязательство сократить выбросы ПГ по сравнению с базовым уровнем. Торговля на бирже велась особыми биржевыми инструментами (Carbon Financial Instruments, CFI) номиналом 100 тонн CO<sub>2</sub>-экв., которые выпускались в обращение в биржевом реестре. Такими биржевыми инструментами являлись права (разрешения) на выбросы, которые зачислялись на индивидуальные счета участников биржи в биржевом реестре в соответствии с принятыми ими обязательствами по сокращению выбросов, и компенсации (зачеты) выбросов, которые выпускались в биржевом реестре в соответствии с сокращениями выбросов ПГ, достигнутыми в результате реализации сторонними организациями, не являющимися участниками биржи, сертифицированных по стандартам биржи углеродных проектов [10].

В последствии механизм принятия на себя количественных обязательств по сокращению выбросов ПГ был упрощен и в настоящее время биржи торгуют обычными добровольными сокращениями выбросов – углеродными кредитами (углеродными единицами).

Сегодня биржевая торговля сосредоточена на нескольких частных площадках, таких как Climeх, Биржа углеродной торговли (Carbon Trade Exchange, CTX), а также в региональных торговых системах в Чили – Климатической бирже Сантьяго (Santiago Climate Exchange, SCX), и в Китае – Китайской Пекинской экологической бирже (China Beijing Environmental Exchange, CBEEХ), которые рассчитывают со временем обслуживать и внутренние регламентируемые рынки (обязательных сокращений выбросов) в своих странах.

Поскольку добровольные углеродные рынки не являются частью обязательных систем квотирования и торговли выбросами, почти все приобретаемые на добровольных рынках углеродные единицы предназначены именно для рынка OTC. Поэтому рынок OTC является самым крупным источником сделок на добровольном углеродном рынке.

В целом, добровольный углеродный рынок остается неликвидным. Здесь не всегда имеются в наличии готовые покупатели. Один или несколько игроков могут существенно влиять на ценообразование.

Однако экспертное сообщество позитивно оценивает перспективы развития добровольных рынков. На текущих углеродных рынках цена одного углеродного кредита может варьироваться от нескольких центов за

метрическую тонну выбросов CO<sub>2</sub> до 15 долларов США за тонну CO<sub>2</sub> -экв. Или даже до 20 долларов США за тонну CO<sub>2</sub> -экв. Для проектов облесения или лесовозобновления до 100 или даже 300 долларов США за тонну CO<sub>2</sub> -экв. такие как CCS.

В новом отчете Ecosystem Marketplace о добровольных углеродных рынках говорится, что к 2021 году будет впервые достигнут годовой рекорд рыночной стоимости в 1 миллиард долларов+, а рыночная стоимость за все время достигнет 6,7 миллиарда долларов [15]. По оценкам Целевой группы по масштабированию добровольных углеродных рынков, спонсируемой Институтом международных финансов при поддержке McKinsey, уже к 2030 году объем рынка углеродных кредитов может превысить 50 миллиардов долларов.

**Брокеры и трейдеры.** Брокер – сотрудник брокерской компании, который заключает сделки купли-продажи на углеродном рынке от лица трейдера (торгового посредника, инициатора проекта, покупателя единиц сокращения). **Трейдер** – это лицо, которое использует собственный капитал (актив – единицы сокращения) для торговли. Торговые посредники при этом зарабатывают за счет разницы цен при купле и продаже активов. Брокеры в свою очередь предоставляет доступ к сделкам расширенному кругу трейдеров. Сегодня это делается через онлайн-сервисы, где трейдер регистрируется и начинает торговать.

**Стандарты.** Есть пятый игрок, уникальный для углеродных рынков. Стандарты - это организации, которые удостоверяют, что конкретный проект соответствует заявленным целям и заявленному объему выбросов.

Стандарты содержат ряд методологий или требований для каждого типа углеродного (климатического) проекта. Например, проект лесовосстановления будет следовать определенным правилам при расчете уровня поглощения CO<sub>2</sub> планируемым лесом и, следовательно, количества углеродных кредитов, которые он производит с течением времени.

Проект возобновляемой энергетики будет иметь другой набор конкретных правил, которым нужно следовать при расчете выгоды с точки зрения предотвращенных выбросов CO<sub>2</sub> и углеродных кредитов, генерируемых с течением времени.

Сертификация стандартов также обеспечивает соблюдение определенных основных принципов или требований углеродного финансирования:

- **Дополнительность:** проект не должен быть юридически обязательным (законодательно установленные требования), общепринятой практикой (обычные технологии улучшения) или финансово привлекательным в отсутствие кредитных доходов (ориентация на климатическую повестку).

- **Без переоценки:** сокращение выбросов CO<sub>2</sub> должно соответствовать количеству компенсационных кредитов, выданных для проекта, и должно учитывать любые непреднамеренные выбросы парниковых газов, вызванные проектом.

- **Постоянство:** воздействие сокращения выбросов парниковых газов не должно подвергаться риску обратного развития и должно приводить к необратимому снижению выбросов.

- **Исключительная претензия:** каждая метрическая тонна CO<sub>2</sub> может быть востребована только один раз и должна включать подтверждение отказа от кредита по завершении проекта. Кредит становится зачетом при завершении использования.

- **Обеспечивают дополнительные социальные и экологические выгоды:** проекты должны соответствовать всем юридическим требованиям своей юрисдикции и должны обеспечивать дополнительные сопутствующие выгоды в соответствии с ЦУР ООН.

Существует частичное совпадение ролей, характерное для углеродных рынков. Многие брокеры действуют как трейдеры, а многие финансисты имеют как брокерские подразделения, так и подразделения по разработке проектов. Конечные покупатели также могут профинансировать свой собственный углеродный проект и решить оставить все или часть выданных кредитов для собственных нужд. Все эти группы могут в конечном итоге продавать кредиты покупателю, либо разработчик может организовать их прямую продажу.

Климатические проекты (проекты снижения выбросов ПГ или удаления ПГ). Проекты по выдаче углеродных кредитов могут быть разных типов и подтипов. Характер основного проекта является одним из основных факторов, влияющих на цену кредита. Углеродные кредиты можно сгруппировать в две большие категории или корзины: проекты по предотвращению выбросов (которые полностью избегают выбросов парниковых газов и, следовательно, сокращают объем выбросов парниковых газов в атмосферу) и удаление (которые удаляют парниковые газы непосредственно из атмосферы).

Корзина предотвращения выбросов включает проекты по возобновляемым источникам энергии, а также проекты по предотвращению выбросов в лесном хозяйстве и сельском хозяйстве. Последние, также известные как REDD +, предотвращают вырубку лесов или разрушение водно-болотных угодий или используют методы управления почвой в сельском хозяйстве (например, регенеративные практики ведения сельского хозяйства). Кроме того, есть проекты, которые ограничивают выбросы парниковых газов в животноводстве - например, проекты, направленные на предотвращение выбросов от молочных коров и мясного скота с помощью различных диет.

Проекты по энергоэффективности, топливной эффективности или строительству энергоэффективных зданий также попадают в корзину предотвращения, равно как и проекты по улавливанию и уничтожению промышленных загрязнителей.

Категория удаления включает проекты по улавливанию углерода из атмосферы и его хранению. Они могут быть природными, с использованием деревьев или почвы, например, для удаления и улавливания углерода. Примеры включают проекты лесовосстановления и облесения, а также управление водно-болотными угодьями (лесное хозяйство и сельское

хозяйство). Они также могут быть техническими и включать такие технологии, как прямой улавливание воздуха или улавливание и хранение углерода.

Кредиты на удаление, как правило, продаются с премией по сравнению с кредитами для снижения не только из-за более высокого уровня инвестиций, требуемых для основного проекта, но и из-за высокого спроса на этот тип кредитов. Они также считаются более мощным инструментом в борьбе с изменением климата.

Когда основной климатический проект также помогает достичь некоторых из ЦУР ООН, ценность кредита от этого проекта для потенциальных покупателей может быть выше, и кредит может торговаться с премией по сравнению с другими типами проектов.

Почти за тридцать лет своего существования добровольный рынок создал собственные углеродные схемы, углеродные стандарты и углеродные реестры, которые чем дальше, тем больше получают официальное признание. На добровольных рынках для сертификации углеродных проектов применяются независимые международные стандарты, которые, как правило, предусматривают верификацию проектов и достигнутых сокращений выбросов независимыми экспертными организациями.

Наиболее распространение получили такие стандарты как: Золотой стандарт (Gold Standard), Стандарт углеродной верификации (Verified Carbon Standard, VCS), Американский углеродный реестр (American Carbon Registry, ACR), Стандарт добровольных сокращений (Voluntary Offset Standard, VOS), Резерв климатических действий (Climate Action Reserve, CAR), Plan Vivo, ИСО 14064-2, CarbonFix Standard, а также Green-e Standard [16].

Более 90% углеродных единиц на добровольном рынке верифицируется по международным стандартам. При этом на три основных стандарта – VCS, CAR, Золотой стандарта приходится почти 90% всех реализуемых на рынке углеродных единиц, верифицированных по независимым международным стандартам (рисунок 11) [15].

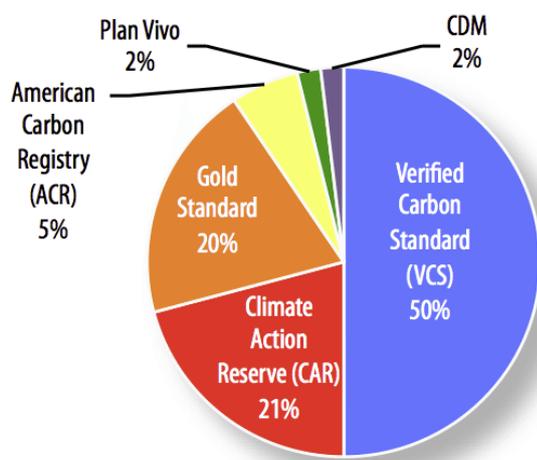


Рисунок 11 - Доля договорных добровольных углеродных единиц по стандарту сертификации.

Для многих добровольных приобретателей углеродных единиц вклад углеродных проектов в социальное и устойчивое развитие является не менее важным, чем климатические выгоды, вследствие следования ESG целям. В связи с этим, некоторые углеродные стандарты (например, GS) требуют, чтобы проекты соответствовали определенным социальным и экологическим параметрам. Ряд стандартов допускают сертификацию проектов в соответствии со стандартами, которые делают акцент на неуглеродных эффектах.

Необходимо отметить, что в период участия России в междурындном углеродном рынке (2008-2012) была разработана определённая нормативно-правовая база, которая позволяла реализовывать проекты для совместного осуществления и выпуск в обращение соответствующих углеродных единиц. По данным Секретариата РКИК на 06.03.2013 г., для совместного осуществления по статье 6 зарегистрировано в общей сложности 93 российских проекта. Выпуск в обращение ЕСВ по результатам реализации проектов составил около 238,4 млн штук (Приложение 1). На сайте РКИК ООН [18] можно ознакомиться с полным списком проектов и проектной документацией.

В этот же период заработал российский реестр углеродных единиц – стандартизированная электронная база данных для обеспечения точного учета введения в обращение, хранения, получения, передачи, приобретения, аннулирования и изъятия из обращения единиц сокращений выбросов (ЕСВ), сертифицированных сокращений выбросов (ССВ), единиц установленного количества (ЕУК) и единиц абсорбции (ЕА) и для переноса ЕСВ, ССВ и ЕУК [19].

### **2.3 Россия и углеродный рынок**

Выше мы приводили описание участия России в глобальном международном углеродном рынке в период 2008-2013 годов. В этот период в России была разработана серия НПА регулирующих это участие. При этом необходимо отметить, что попыток формирования национального рынка практически не было. Вторая волна активности приходится на 2019 год, когда в преддверии конференции в Глазго было объявлено о перспективах введения в ЕС трансграничного углеродного регулирования. Ниже будут приведены НПА за весь период действия Киотского протокола и Парижского соглашения касающиеся конкретно регулирования климатической повестки и углеродного рынка.

Мы склонны все вопросы регулирования углеродного рынка рассматривать более широко, в контексте климатической повестки. Поэтому всю представленную ниже группу НПА разделили на три категории. Во-первых, это документы, формирующие в России основу для адаптации к климатическим изменениям. Это важно, потому что в основе функционирования рынка лежит попытка экономическими мерами стимулировать декарбонизацию экономики. Эти документы были приведены в разделе 1.4. Во-вторых, это документы, регулирующие вовлечение компаний

в решение экологических, социальных и управленческих проблем (ESG). Экологические принципы в ESG стратегии определяют, насколько компания заботится об окружающей среде и как пытается сократить ущерб, который наносится экологии и в этом стремлении они становятся активными участниками углеродного рынка (приобретая квоты или единицы сокращения) и спонсорами климатических проектов. Однако, подробно останавливаться на принципах и регулировании устойчивого развития мы не будем, вследствие требований предмета исследования. В-третьих, это документы, разработанные для обеспечения участия российских компаний в международном добровольном углеродном рынке и документы, регламентирующие создание и регулирование российского национального углеродного рынка. Важно то, что все основные документы были разработаны в течении 2021 года и продолжают выходить и по сей день. В целом они не дают пока понимания об всех особенностях функционирования национального углеродного рынка. Более того, Правительство России пока не определилось в какой форме компании превышающие нормативы выбросов ПГ будут компенсировать свой углеродный след: посредством централизованного распределения квот, покупки квот на национальном рынке или будет введен национальный углеродный налог. В целом можно сказать, что это срез НПА на дату подготовки материала.

#### **НПА, регламентирующие реализацию принципов ответственного управления**

**Распоряжение Правительства РФ от 18.11.2020 N 3024-р «О координирующей роли Минэкономразвития России по вопросам развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации».** Распоряжение разделяет ответственность за климатическую политику в России между Минэкономразвития России, которое осуществляет координирующую роль по вопросам развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зеленого) развития и государственной корпорацией развития «ВЭБ.РФ», определенной в качестве методологического центра в области развития инвестиционной деятельности в сфере устойчивого (в том числе зеленого) развития и привлечения внебюджетных средств в реализацию проектов развития в Российской Федерации.

**Распоряжение Правительства РФ от 14 июля 2021 г. № 1912-р «Цели и основные направления устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации».** Распоряжение касается системы финансирования зелёных проектов и инициатив в сфере устойчивого развития. Финансирование будет осуществляться за счёт зелёных или адаптационных финансовых инструментов (специальных облигаций или кредитов). С их помощью бизнес сможет привлечь внебюджетные средства на выгодных условиях. Фиксируется, что зелёные проекты должны соответствовать целям международных документов в области климата и

устойчивого развития. К адаптационным проектам такие требования не предъявляются. Они, однако, не должны противоречить российским приоритетам в сфере экологии.

### **НПА, регламентирующие выбросы ПГ и регулирующие рынок.**

Для реализации климатической повестки в России создаются институциональные и правовые условия. Ниже представлены документы, регламентирующие выбросы климатически активных газов. Необходимо отметить, что Россия активно включилась в эту повестку в последние годы. Показательным является организация на Сахалине так называемой «климатической песочницы», в рамках которой необходимо будет гармонизировать законодательство, стандарты и требования с лучшими мировыми практиками в т.ч. включиться в систему торговли выбросами парниковых газов. А в начале 2022 года должна состояться первая сделка с углеродными единицами.

**Федеральный закон от 02.07.2021 г. №296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».** Подписанный закон впервые в нашей стране формирует систему управления выбросами парниковых газов, определяет углеродный след как важный индикатор развития нашей экономики. Законом формируется правовая основа для реализации климатических проектов и обращения углеродных единиц. Для этого будут установлены критерии климатических проектов, порядок верификации результатов климатических проектов и порядок ведения реестра углеродных единиц. Кроме того, хотелось бы отметить, что согласно закона об ограничении выбросов парниковых газов, регулируемые организации будут ежегодно представлять в уполномоченный орган отчеты о выбросах парниковых газов. Отнесение юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям будет осуществляться на основании критериев, устанавливаемых Правительством РФ в отношении хозяйственной и иной деятельности, сопровождаемой выбросами парниковых газов, масса которых эквивалентна 150 и более тысячам тонн углекислого газа в год за период до 1 января 2024 года или 50 и более тысячам тонн углекислого газа в год за период с 1 января 2024 года.

**Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 N 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».** В стратегии заложены два сценария - инерционный и целевой (интенсивный). Сценарии отличаются наборами мер по декарбонизации российской экономики. Ключевая задача - обеспечить конкурентоспособность и устойчивый экономический рост России в условиях глобального энергоперехода. Реализация целевого сценария потребует инвестиций в снижение выбросов парниковых газов в объеме около 1% ВВП в 2022-2030 годах и до 1,5-2% ВВП в 2031-2050 годах. В стратегии указаны и мероприятия по декарбонизации российской экономики. Среди них - поддержка при внедрении, тиражировании и масштабировании низко- и безуглеродных технологий, стимулирование использования вторичных энергоресурсов, изменение налоговой, таможенной и бюджетной политики. Планируется

также развивать зеленое финансирование, принимать меры по сохранению и увеличению поглощающей способности лесов и иных экосистем, поддерживать технологии улавливания, использования и утилизации парниковых газов.

**Указ Президента Российской Федерации от 30.09.2013 г. № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов».** Устанавливает требования по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75% от объема таких выбросов в 1990 году.

**Указ Президента РФ от 08.02.2021 № 76 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений».** Программа включает три глобальных направления: экологическую безопасность и улучшение состояния окружающей среды, изучение климата и механизмов адаптации к климатическим изменениям, исследования и принятие мер по уменьшению негативного воздействия парниковых газов на окружающую среду. Предлагается создать 13 перспективных способов и технологий выращивания посадочного материала, 6 технологий по созданию лесных культур, 5 экспериментальных полигонов. Всё это позволит сократить проблему лесных пожаров и засух из-за изменения климата. В рамках ФНТП предстоит провести комплексные фундаментальные исследования для прогнозирования изменения климата. В рамках климатического направления ключевое – изучение наиболее эффективных механизмов поглощения CO<sub>2</sub>. Например, запуск новых климатических проектов, опытные площадки и создание технологий утилизации углекислого газа.

**Распоряжение Президента РФ от 2 апреля 2014 года №504-р. «О сокращении объема выбросов парниковых газов».** Правительству России поручено обеспечить к 2020 году сокращение объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75% их объема в 1990 году. Распоряжением утверждается план мероприятий по обеспечению до 2020 года установленного объема выбросов парниковых газов, а также устанавливаются форма и периодичность отчетности по его исполнению. Принятые решения направлены на практическое снижение углеродоёмкости российской экономики.

**Приказ Минприроды РФ от 29.06.2015 г. №300 «Методические указания и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в России».** В 2015 году были утверждены методические указания и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в России. Согласно методике, возможен расчет прямых выбросов парниковых газов за календарный год (отчетный период) в целом по организации или отдельно для каждого филиала и подразделения. Ожидается обновленная версия

методических указаний во исполнение п.2 ч.2 ст.5 Федерального закона от 2 июля 2021 г. «Об ограничении выбросов парниковых газов».

**Приказ Минприроды РФ от 30.06.2015 г. №330 «Методические указания по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов».** В 2015 году были утверждены методические указания по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов. Количественное определение объема косвенных энергетических выбросов осуществляется региональным и рыночным методами.

**Распоряжение Правительства РФ от 22.04.2015 N 716-р (ред. от 30.04.2018) «Об утверждении Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации»** Одна из основных целей формирования такой системы – повышение осведомлённости федеральных органов власти, органов власти субъектов Федерации, органов местного самоуправления, инвесторов, бизнес-сообщества, негосударственных некоммерческих организаций и населения об объёмах антропогенных выбросов парниковых газов в процессе хозяйственной и другой деятельности организаций. Кроме того, система мониторинга станет базой для разработки целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов по стране в целом и по отдельным секторам экономики, а в дальнейшем – контроля соблюдения этих показателей в ходе реализации государственной климатической политики и мер регулирования выбросов парниковых газов и государственной поддержки проектов по сокращению их выбросов. Система мониторинга будет формироваться поэтапно с постепенным вовлечением в неё регионов, секторов экономики, различных организаций, хозяйственная деятельность которых сопровождается выбросом парниковых газов. Принятые решения направлены на снижение углеродоёмкости российской экономики, в том числе на создание условий для перехода на низкоуглеродный (энергоэффективный) путь развития отраслей национальной экономики на период до 2020 года и с перспективой до 2030 года.

**Распоряжение Минприроды РФ от 30.06.2017 г. №20-р «Методические указания по количественному определению объемов поглощения парниковых газов».** В указанных методических указаниях объем поглощения парниковых газов рассматривается как баланс между их выбросами из источников и абсорбцией поглотителями, происходящими в окружающей среде в результате природных и антропогенных процессов. Определение объема поглощения парниковых газов может определяться при реализации проектов, направленных на лесовосстановление, лесоразведение и рекультивацию земель.

**Распоряжение Минприроды РФ от 16.04.2015 г. №15-р «Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах РФ».** Согласно методике, рекомендуется проводить инвентаризацию объема выбросов парниковых газов один раз в год и включать в оценку выбросов

парниковых газов только те категории источников выбросов (видов деятельности), которые будут вносить наибольший вклад в совокупный выброс для большинства субъектов Российской Федерации. Методические рекомендации включают оценки выбросов парниковых газов для секторов «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции», «Сельское хозяйство» и «Отходы».

**ГОСТ ИСО 14064-1:2006 Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации.** Первая часть комплекса стандартов ИСО 14064 содержит требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации. В стандарте рассмотрены принципы и требования к проектированию, разработке, управлению и отчетности по реестрам по парниковым газам на уровне организации.

**ГОСТ ИСО 14064-2:2007 Требования и руководство, по количественной оценке, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их удаления на уровне проекта.** Вторая часть комплекса стандартов ИСО 14064 содержит требования и руководство, по количественной оценке, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их удаления на уровне проекта. Она распространяется на проекты по ПГ или деятельности, основанной на проектах, специально разработанной для того, чтобы уменьшить выбросы ПГ или увеличить удаление ПГ.

**ГОСТ ИСО 14064-3:2007 Принципы и требования к верификации реестров ПГ, а также к валидации и верификации проектов по ПГ.** Третья часть комплекса стандартов ИСО 14064 распространяется на принципы и требования к верификации реестров ПГ, а также к валидации и верификации проектов по ПГ. Эта часть может использоваться организациями или независимыми сторонами для валидации или верификации утверждений, касающихся парниковых газов.

**ГОСТ Р 56276-2014 / ISO/TS 14067:2013.** В 2013 году был опубликован стандарт с требованиями и руководящими указаниями по количественному определению и предоставлению информации. В нем детализируются принципы, требования и руководящие указания для количественного определения и передачи информации по углеродному следу продукции (УСП), включая услуги, основанные на выбросах ПГ и поглощении в течение жизненного цикла продукции.

Считаем необходимыми так же указать признанные на международном уровне методологии, стандарты и инструменты и важные международные документы, опубликованные летом 2021 года, и рекомендованные компанией SGS – одним из мировых лидеров в сфере инспекционных услуг, экспертизы, испытаний и сертификации [20].

Наиболее часто используемый стандарт для определения корпоративного углеродного следа **The GHG Protocol Corporate Accounting**

**and Reporting Standard** содержит требования и руководящие указания для компаний, которые готовят кадастр выбросов ПГ на уровне организации. Стандарт охватывает учет и отчетность по семи парниковым газам. Он был обновлен в 2015 году с помощью Руководства Scope 2, которое позволяет компаниям достоверно измерять и сообщать о выбросах от приобретенной электроэнергии, пара, тепла и охлаждения.

**GHG Protocol Scope 3.** Стандарт учета и отчетности корпоративной цепочки создания стоимости (Scope 3) позволяет компаниям оценивать влияние косвенных выбросов в рамках всей своей цепочки создания стоимости и определять, на чем сосредоточить деятельность по сокращению выбросов.

**GHG Calculation Tools** Инструменты **GHG Protocol** позволяют компаниям и городам разрабатывать всеобъемлющие и надежные кадастры своих выбросов ПГ и помогают отслеживать прогресс в достижении их климатических целей. На сайте представлены следующие типы инструментов расчета: отраслевые, межсекторальные, специфичные инструменты для конкретных стран и в целом для стран и городов.

**2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Самые популярные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК от 2006 года содержат согласованные на международном уровне методологии, для использования странами при оценке кадастров парниковых газов. Руководство представлено в 5 томах: общие руководящие указания и отчетность, энергетика, промышленные процессы и использование продуктов, сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования, и отходы.

**GHG Protocol Product.** Данный Протокол является стандартом учета и отчетности углеродного следа продукта. Он может использоваться для понимания выбросов парниковых газов продукта в течение всего жизненного цикла и сосредоточения усилий на наибольших возможностях сокращения выбросов парниковых газов.

**PAS 2050.** Полезным руководством по расчету углеродного следа продукта является PAS 2050, обновленный в 2011 году. Это общедоступные технические условия по методам измерения выбросов парниковых газов, связанных с производством и потреблением продукции и оказанием услуг. Данный углеродный стандарт может быть использован для идентификации главных источников выбросов или «горячих точек» в цепи поставок и тем самым поможет выдвинуть приоритетные инициативы по снижению выбросов.

**Шестой оценочный доклад МГЭИК, 2021 I часть.** Шестой оценочный доклад (ОД6) Межправительственной группы экспертов по изменению климата, как и другие, ранее опубликованные, состоит из вкладов трех рабочих групп и Обобщающего доклада, в котором объединены оценки рабочих групп и специальные доклады, подготовленные в ходе цикла. В августе 2021 года вышла первая часть Шестого оценочного доклада МГЭИК, в которой содержатся наиболее полные сведения о климате. Доклад готовят

сотни ученых со всего мира, анализируя тысячи научных работ с результатами наблюдений, компьютерного моделирования и тщательно проверяют каждую формулировку.

**Проект Механизма трансграничного углеродного регулирования (ТУР) Евросоюза.** В июле 2021 года был опубликован проект Механизма трансграничного углеродного регулирования (ТУР) Евросоюза. Документ предусматривает поэтапное введение ТУР, которое предполагает обязательную закупку импортерами сертификатов на выбросы парниковых газов в соответствии с углеродоемкостью их продукции. Согласно Проекту, в течение переходного периода (2023-2026 гг.) ТУР будет применяться в отношении импорта в ЕС продукции 5 отраслей: черной металлургии, цемента, некоторых удобрений, алюминия и электроэнергетики. В полной мере система ТУР начнет функционировать с 2026 года с возможным расширением сферы применения механизма на товары других отраслей промышленности.

Также необходимо отметить что в настоящее время в разработке находятся такие важные для рынка документы как:

Федеральный закон «О внесении изменений и дополнений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации»;

Федеральный закон «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях»;

Ведомственный нормативный акт «Об утверждении порядка представления отчета о реализации климатического проекта и формы такого отчета, порядка и критериев отнесения проектов к климатическим»;

Постановление Правительства РФ «Об утверждении порядка определения платы за оказание оператором услуг по проведению операций в реестре углеродных единиц»;

Постановление Правительства РФ «Об утверждении порядка создания и ведения реестра углеродных единиц»;

Постановление Правительства РФ «Об определении порядка верификации результатов реализации климатических проектов»;

Постановление Правительства РФ «Об утверждении критериев отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям»;

Постановление Правительства РФ «Об утверждении порядка оценки достижения целевого показателя сокращения выбросов парниковых газов»;

Постановление Правительства РФ «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения полномочий федеральных органов исполнительной власти в области ограничения выбросов парниковых газов»;

Постановление Правительства РФ «Об утверждении Правил создания и ведения реестра выбросов парниковых газов, предоставления и проверки отчетов о выбросах парниковых газов, а также формы отчетов о выбросах парниковых газов».

Большинство экспертов сходятся во мнении, что для России развитие национального углеродного рынка и участие в международном имеет очень

важное значение. Во-первых, это связано со структурой экономики, основой которой является добыча ископаемого топлива, металлургия, удобрения и сельское хозяйство. Эти отрасли являются основными эмитентами CO<sub>2</sub> и, следовательно, всегда будут в фокусе внимания углеродного регулирования на внешних рынках. Во-вторых, это природно-климатические условия, которые требуют для обеспечения жизнедеятельности (особенно в северных районах) сжигать ископаемое топливо и древесину, что в свою очередь всегда будет обострять вопрос исполнения обязательств России по достижению показателей снижения выбросов ПГ. В-третьих, это потенциал территории по поглощению CO<sub>2</sub>, который может обеспечить России конкурентные преимущества на международных рынках. Однако, насколько интенсивно будет реализовываться эта повестка в России, зависит от сценариев развития климатической повестки на международном уровне, по поводу которых мнения экспертов сильно разнятся. Далее приведена ссылка на экспертный диалог на тему: «Как оценить итоги климатического саммита в Глазго?», который по мнению авторов настоящего анализа является наиболее конструктивным и прагматичным [21].

### **3. Природоподобные технологии удаления и удержания углерода**

#### **3.1. Роль сельского и лесного хозяйства в изменении климата**

На сельское хозяйство, лесное хозяйство и землепользование в мире напрямую приходится 18,4% выбросов парниковых газов [22].

**Пастбища (0,1%):** когда пастбища деградируют, эти почвы могут терять углерод, превращаясь в процессе в двуокись углерода. И наоборот, при восстановлении пастбищ (например, из пахотных земель) углерод может быть изолирован. Таким образом, выбросы здесь относятся к чистому балансу этих потерь и доходов углерода от биомассы пастбищ, и почв.

**Пахотные земли (5,5%):** в зависимости от методов управления, используемых на пахотных землях, углерод может теряться или связываться с почвами и биомассой. Это влияет на баланс выбросов двуокиси углерода: CO<sub>2</sub> может выделяться при деградации пахотных земель; или изолированы, когда они восстанавливаются. Чистое изменение запасов углерода отражается в выбросах диоксида углерода.

**Обезлесение (2,2%):** чистые выбросы диоксида углерода в результате изменений лесного покрова. Это означает, что лесовозобновление считается «отрицательными выбросами», а вырубка лесов - «положительными выбросами». Выбросы основаны на потерях запасов углерода в лесах и изменениях запасов углерода в лесных почвах.

**Сжигание (3,5%):** сжигание сельскохозяйственных остатков - остатков растений, таких как рис, пшеница и другие культуры, высвобождает углекислый газ, закись азота и метан.

**Животноводство (скот и навоз) (5,8%):** животные (в основном жвачные, такие как крупный рогатый скот и овцы) производят парниковые газы в процессе, называемом «кишечная ферментация» - когда микробы в их

пищеварительной системе расщепляют пищу, они производят метан в качестве побочного продукта. Закись азота и метан могут образовываться при разложении навоза в условиях низкого содержания кислорода. Это часто происходит, когда большое количество животных содержится в замкнутом пространстве (например, на молочных фермах, откормочных площадках, свиноводческих и птицеводческих фермах), где навоз обычно хранится в больших кучах или утилизируется в лагунах и других системах управления навозом.

По разным оценкам глобальные выбросы в сельском и лесном хозяйстве, а также в иных видах землепользования составляют порядка 10 млрд тонн в CO<sub>2</sub> эквиваленте в год. При этом объем глобального удаления углерода стоками не превышает 2 млрд тонн. С учетом развития альтернативной энергетики и снижения доли промышленности и энергетики в выбросах, сельское и лесное хозяйство уверенно выходит на 2 место в мире по количеству выбросов парниковых газов. При этом конкретно при ведении земледелия и животноводства глобальные выбросы за последние 50 лет увеличились вдвое и составили 5,5 млрд тонн [23].

При этом нужно кормить растущее население. По оценкам ФАО, производство сельскохозяйственной продукции должно увеличиться на 60% к 2050 году, для удовлетворения ожидаемого спроса на продукты питания. Годовой объем производства зерновых необходимо увеличить на 1 млрд. т. Объем производства мяса с 200 млн тонн до 470 миллионов тонн. В 2020 году ООН зафиксировала рекордный за 15 лет уровень голода в мире. Для производства продуктов питания используется половина пригодных для жизни земель Земли, и, согласно отчету Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) за 2019 год, от 21 до 37% глобальных выбросов приходится на пищевые системы [24].

Разнообразие природных условий территории Российской Федерации определяет региональную специфику землепользования и сельскохозяйственного производства. Основные районы сельского хозяйства в Европейской части России расположены южнее 60°с. ш., в Азиатской – южнее 59°с. ш., где агроклиматические ресурсы и почвенные условия достаточны и благоприятны для ведения массового земледелия. Сельскохозяйственные угодья занимают 222,1 млн. га, или 13,0% земель России. Эмиссия и сток парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) на сельскохозяйственных землях в значительной степени определяются национальными особенностями состояния и функционирования аграрного сектора страны. К основным определяющим факторам эмиссии и стока относятся географическое местоположение, типы, состав и генезис почв, технология обработки сельскохозяйственных угодий, виды удобрений и нормы их внесения и др.

Выбросы парниковых газов и поглощение CO<sub>2</sub> по категориям источников в секторе «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) представлены на рисунке 12 [25]. В 1990–1993 гг. сектор ЗИЗЛХ являлся источником, а с 1994 г. – стоком парниковых газов. В

2015 г. сектор ЗИЗЛХ обеспечивал поглощение 519,0 млн. т CO<sub>2</sub>-экв., что способствовало компенсации 19,6% общего объема выбросов РФ без учета сектора ЗИЗЛХ в этом году.

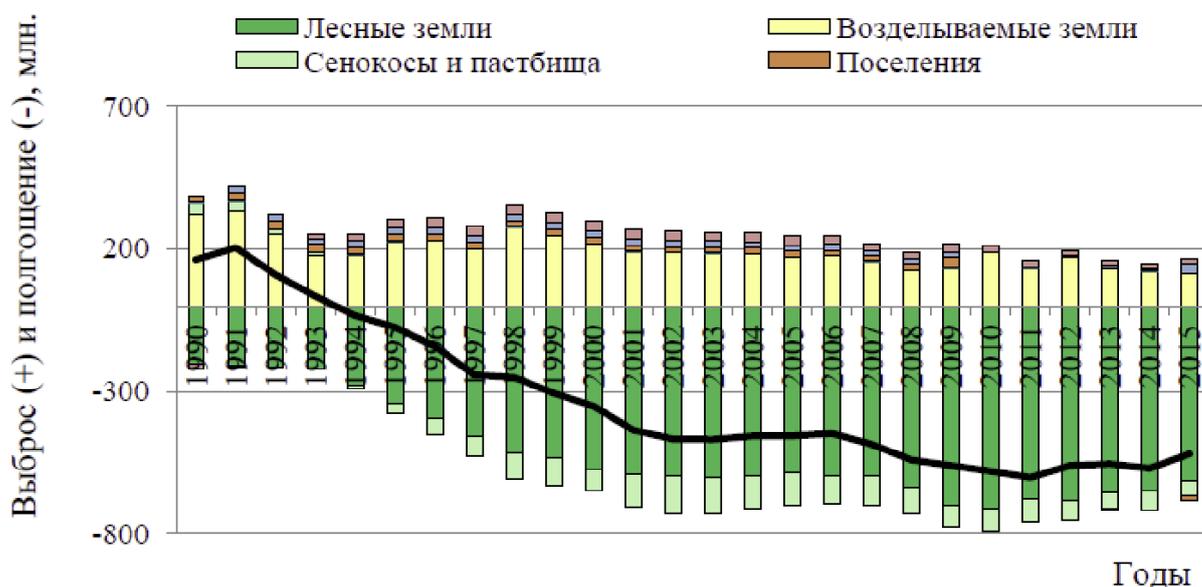


Рисунок 12 – Выбросы (+) и поглощение (–) парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» в 1990–2015 гг.

Учитывая ключевое значение сельского хозяйства как в обеспечении продовольственной безопасности, так и занятости сельских жителей, а также с учетом возрастающей антропогенной нагрузки на климат, в мире реализуются инициативы, позволяющие в комплексе решать все три задачи. Наверное, самым известным примером инициатива ФАО - Климатически оптимизированное сельское хозяйство (CSA) [26].

CSA - это подход помогает эффективно реагировать на изменение климата и преследует тройную цель: устойчивое повышение производительности и доходов, адаптация к изменению климата и сокращение выбросов парниковых газов там, где это возможно. Этот подход направлен на сокращение компромиссов и продвижение синергизма, чтобы получить локально приемлемые решения.

Синергетическое достижение целей продовольственной безопасности, адаптации и смягчения последствий в сельском хозяйстве и в целом в продовольственных системах в настоящее время находится в центре внимания основных глобальных процессов декарбонизации (Рисунок 13). Как описано ниже как для адаптации, так и для смягчения последствий, конкретные технические и политические меры должны осуществляться в рамках более широкого целостного подхода к управлению сельскохозяйственными и продовольственными системами.



Рисунок 13 – Логика проекта CSA

Важно также понимать, что сельское хозяйство при определенных условиях может являться глобальным стоком углерода, а почва в принципе является третьим по величине резервуаром углерода. Было установлено, что сократить выбросы  $\text{CO}_2$  на 20% и более можно путем сельскохозяйственной почвенной секвестрации углерода. Секвестрация углерода, то есть трансформация углерода из воздуха в почвенный углерод происходит путем поглощается  $\text{CO}_2$  растениями в процессе фотосинтеза. Углерод, находящийся в листьях, стебле, а также корнях, попадает в почву и становится почвенным органическим веществом [27].

Одним из способов извлечения из атмосферы углерода является внедрение технологий, которые способствуют увеличению содержания почвенного углерода. Правильное внесение удобрений, энергосберегающие технологии и возделывание улучшенных гибридов и сортов позволяют накапливать почвенный органический углерод. Более высокая урожайность и интенсивность возделывания способствуют увеличению объема биомассы, которая проникает в почву, обеспечивая поступление большего объема материала, который может быть преобразован в почвенный углерод.

Необходимо учитывать, что почвенный резервуар тоже не безграничный. По разным оценкам, через 30-50 лет, будет достигнут новый

уровень баланса почвенного CO<sub>2</sub>, при котором будет сложно достигнуть дальнейшего накопления углерода. Кроме того, любые преимущества смягчения последствий изменения климата могут быть нивелированы более высокими выбросами закиси азота (N<sub>2</sub>O) из почвы [28]. Потенциал смягчения воздействия на почвенный углерод переоценен за счет игнорирования выбросов N<sub>2</sub>O). Более высокие уровни углерода и азота могут привести к увеличению выбросов N<sub>2</sub>O из почвы, тем самым компенсируя любые преимущества смягчения последствий изменения климата, связанные с более высоким содержанием углерода в почвах. В этой связи, необходимо отметить, что для сельского хозяйства одной из важнейших задач все же остается недопущение утечек CO<sub>2</sub> из почвенного пула в процессе производственной деятельности.

Очевидно, что при определенных условиях, повышение продуктивности производства и качества земельных ресурсов может одновременно приводить и к повышению уровня секвестрации углерода. К таким технологиям можно отнести: no-till или минимальная обработка почвы; интенсификация севооборотов и исключение летнего пара; лесозащитные полосы; мелиорация; использование культур, дающих много остатков (кукуруза, сорго обыкновенное, а также пшеница); использование покровных культур; выбор таких видов и гибридов, которые сохраняют больше углерода; сохранение достаточного количества пожнивных остатков; повышение качества фуража (снижение выброса Метана на фермах).

Очевидно, что сельских товаропроизводителей необходимо стимулировать для перехода к таким технологиям. Во многих развитых странах существуют меры прямого и косвенного стимулирования, в том числе, например, путем предоставления право на получение 15 долларов США за метрическую тонну секвестрированного диоксида углерода [29], предоставления «зеленых» кредитов и т.д. В России такая практика пока отсутствует, но вероятнее всего в период 2022-2023 она будет установлена нормативно на федеральном уровне, в том числе путем участия в торговле на национальном добровольном углеродном рынке.

Однако, в контексте рассматриваемой темы, необходимо отметить, что не каждое улучшение может соответствовать требованиям климатического проекта, дающего право продавать единицы сокращения или учитывать во внутрироссийских зачетах (в том числе выше, были приведены международные требования). Технология или группа технологий (в том числе система лесного менеджмента) должны, прежде всего, приводить к увеличению поглотительной способности либо к снижению уровня эмиссии. Далее мы будем такие технологии рассматривать исключительно с точки зрения снижения антропогенной нагрузки и влияния на изменение климата, не смотря на то что традиционно часть из них известны как энергосберегающие и почвосберегающие технологии.

### 3.2. Природоподобные геоинжиниринговые технологии

В мировой науке и практике к технологиям геоинжиниринга относят широкий набор методов и технологий, целью которых является преднамеренное изменение климатической системы, с тем чтобы смягчить воздействия изменения климата.

Задачей большинства, но не всех этих методов, является либо уменьшение количества поглощенной солнечной энергии в климатической системе (регулирование солнечной радиации) или увеличение числа чистых поглотителей углерода из атмосферы в масштабе, достаточно крупном для того, чтобы изменить климат (удаление двуокиси углерода). Главное значение имеют масштаб и целенаправленность.

Наиболее полная, на наш взгляд, классификация методов геоинжиниринга представлена в работе Марк Дж. Лоуренса «Оценка предложений по климатической геоинженерии в контексте температурных целей Парижского соглашения» (рисунк 14) [30].

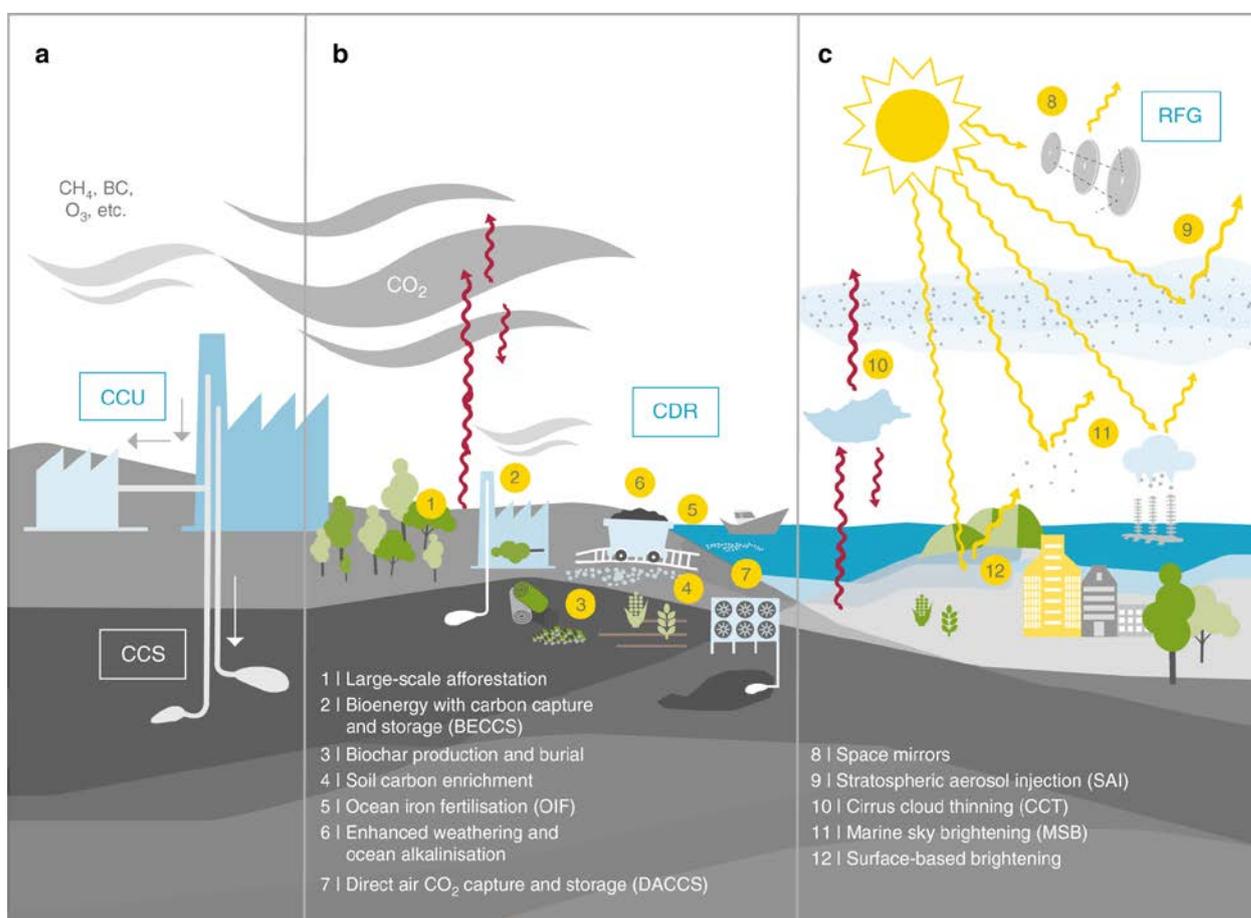


Рисунок 14 – Классификация методов климатической геоинженерии

Предлагаемые методы климатической геоинженерии, рассматриваются в контексте усилий по смягчению последствий. Смягчение определяется здесь как уменьшение количества CO<sub>2</sub> и других газов, выбрасываемых в атмосферу либо путем уменьшения источника активности (например, меньшее

потребление энергии), увеличивая эффективность (таким образом, снижения выбросов на единицу активности, например, кВтч произведенная энергия), или удаление таких стоков, как CO<sub>2</sub>, непосредственно в источнике до их выброса, например, из концентрированного потока CO<sub>2</sub> на электростанциях или промышленных предприятиях.

В отличие от смягчения последствий (включая CCS и CCU), удаление диоксида углерода (CDR) направлено на уменьшение количества CO<sub>2</sub> после того, как он был выброшен в окружающую атмосферу, тем самым уменьшая парниковое потепление из-за поглощения земной радиации. Основные предлагаемые методы основаны на поглощении CO<sub>2</sub> путем фотосинтеза (методы 1–5) или абиотических химических реакций (методы 6 и 7) с последующим хранением углерода в различных биосферных или геосферных резервуарах.

Методы геоинженерии радиационного воздействия направлены на изменение баланса энергии излучения атмосферы на поверхности, чтобы частично противодействовать глобальному потеплению, с помощью двух различных подходов: увеличения количества солнечной коротковолновой радиации (желтые стрелки), которая отражается обратно в космос (методы 8, 9, 11 и 12) или увеличение количества земного длинноволнового излучения, уходящего в космос (метод 10).

В фокус нашего внимания попадают методы 1-5 в основе которых лежат природные технологии. Из всех представленных методов эти методы широко известны, могут легко масштабироваться, имеют низкую стоимость и как правило имеют двойное назначение (например, позволяют производить продукты питания, улучшают состав почвы и т.д.). В основе этих методов лежат природоподобные технологии, часть из которых приведена ниже. Эти технологии в соответствии с требованиями и сложившимися практиками в рамках Киотского протокола и Парижского соглашения могут лежать в основе климатических проектов. Приведенные технологии классифицированы и описаны Институтом законодательства и политики в области удаления углерода Американского университета [31].

**1. Агролесоводство** сочетает деревья с другими видами сельскохозяйственного использования земель, такими как полевые культуры и домашний скот. Помимо сохранения производства, агролесоводство может удалять углекислый газ (CO<sub>2</sub>) из атмосферы, поскольку деревья сами улавливают и накапливают углерод и увеличивают углерод в почве вокруг них. Агролесоводство бывает многих разновидностей. Примеры включают лесные пастбища, на которых животные пасутся под деревьями; междурядные и аллеи культуры, при которых другие культуры высаживаются под деревьями или между деревьями; живые изгороди и ветрозащитные полосы, в которых ряды деревьев или древесных кустарников разделяют участки сельскохозяйственных угодий; а также пастбищные сады, в которых животные пасутся под плодовыми деревьями.

Сопутствующие выгоды и проблемы:

- Продовольственная безопасность: вместо того, чтобы конкурировать с пахотными землями, агролесоводство сосуществует с производством продуктов питания; диверсифицирует производство сельскохозяйственных культур и, в некоторых случаях, увеличивает урожайность (например, за счет улучшения качества почвы или затенения сельскохозяйственных культур).

- Коммерческие продукты: агролесоводство может диверсифицировать источники дохода, предоставляя коммерческие продукты, такие как древесина и некоммерческие ресурсы, такие как дрова.

- Экологические преимущества: деревья и кустарники могут способствовать сохранению биоразнообразия, обеспечивая среду обитания; уменьшить эрозию и улучшить качество воздуха, воды и почвы.

- Возможность снижения урожайности: в некоторых случаях системы агролесоводства будут давать меньше урожая с гектара, чем полевые культуры, что потенциально снижает доход хозяйств, особенно в краткосрочной перспективе.

- Насыщенность: деревья могут удерживать только конечное количество углерода; в конечном итоге они перестанут удалять дополнительный CO<sub>2</sub>.

- Обратимость: углерод, улавливаемый деревьями, может высвободиться, если деревья горят, умирают или уничтожаются в результате изменений в землепользовании.

- Сложность измерения: мониторинг и проверка удаления углерода с помощью агролесоводства сложно и дорого.

Возможный масштаб и стоимость. Различные подходы к агролесомелиорации могут применяться в разных масштабах и улавливать CO<sub>2</sub> с разной скоростью. Например, установка ветрозащитных полос может улавливать 20 тонн CO<sub>2</sub> на квадратный километр в год, в то время как при выращивании аллейных культур может улавливаться 120 тонн CO<sub>2</sub> на квадратный километр в год. Темпы улавливания углерода также различаются по регионам: от 954 тонн CO<sub>2</sub> на квадратный километр в год в полусухих районах до 3670 тонн CO<sub>2</sub> на квадратный километр в год во влажных регионах. Затраты также различаются в зависимости от практики и региона. Многие подходы предлагают очень высокую окупаемость инвестиций, но могут включать высокие первоначальные затраты.

Технологическая готовность. Агролесоводство - это древняя, устоявшаяся практика, которая готова к дальнейшему развитию. По состоянию на 2010 год агролесоводство занимало примерно 43% мировых сельскохозяйственных земель, включая любые сельскохозяйственные земли, покрытые деревьями не менее 10%. Это составляет около одного миллиарда гектаров земли, что эквивалентно земельной площади Канады. Текущие препятствия на пути к расширению агролесомелиорации, как правило, носят скорее социальный, финансовый и инфраструктурный характер, чем технические:

Вопросы управления и развития. Преодолеть препятствия помогут надежные стимулы, услуги по распространению сельскохозяйственных

знаний, финансирование, субсидии на производственные ресурсы и другие меры политики. Кроме того, необходимо разработать процессы, стандарты и технологии для надежного измерения связывания углерода в биомассе и почве под лесами.

## **2. Биоэнергетика с улавливанием и хранением углерода (BECCS).**

Это метод удаления углерода, который зависит от двух технологий. Биомасса (органический материал) преобразуется в тепло, электричество, жидкое или газовое топливо (этап «биоэнергетика»), а выбросы углерода в результате этого преобразования биоэнергии улавливаются и хранятся в геологических формациях или включаются в продукты длительного пользования. Поскольку биомасса вытягивает углерод из атмосферы по мере своего роста, BECCS может быть технологией с отрицательными выбросами, если она хорошо реализована. То есть BECCS может служить для снижения концентрации диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосфере. Однако необходимо следить за тем, чтобы выбросы в результате выращивания, сбора, транспортировки и обработки биомассы не превышали уловленный углерод, и чтобы хранение уловленного углерода было надежным в течение длительного времени.

Сопутствующие выгоды и проблемы:

- Энергия: BECCS производит энергию, возможно, включая углеродно-отрицательное топливо для секторов, которые трудно декарбонизировать.

- Продовольственная безопасность: выделение больших площадей земли для выращивания биоэнергетических культур входит в конкуренцию с производством продуктов питания.

- Утрата биоразнообразия: преобразование земель для выращивания биомассы может изменить среду обитания и поставить под угрозу биоразнообразие.

- Водные ресурсы: выращивание специализированных биоэнергетических культур повысит спрос на воду либо потребует мелиоративных мероприятий.

- Более широкое использование удобрений: удобрения для выращивания биомассы могут усугубить нагрузку на экосистемы, насыщенные азотом.

- Потеря углерода в почве: переустройство земель для выращивания биомассы может привести к высвобождению углерода, хранящегося в почвах или существующей биомассе.

- Загрязнение воздуха: сжигание биомассы и биотоплива приводит к локальному загрязнению воздуха.

Возможный масштаб и стоимость. Многие из этих проблем возникнут только в результате очень широкомасштабного внедрения BECCS. Меньшие масштабы применения с использованием сельскохозяйственных остатков или маргинальных сельскохозяйственных земель, как правило, несут меньший риск. Оценки затрат сильно различаются: одна недавняя экспертная оценка

прогнозировала затраты в размере 100–200 долларов США на тонну секвестрированного CO<sub>2</sub>, а другая - на уровне 20–100 долларов США за тонну.

Технологическая готовность. Биоэнергетика и биотопливо уже широко используются. Другая составляющая технологии BECCS, улавливание и связывание углерода, относительно хорошо изучена, но по экономическим причинам ей в основном было трудно выйти за рамки демонстрационных проектов. Усилия по объединению двух технологий остаются ограниченными.

### **3. Пироуголь (биочар) для плодородия почв.**

Biochar - это разновидность древесного угля, получаемого путем сжигания биомассы (органического материала) в среде с низким содержанием кислорода. Этот процесс, известный как пиролиз, преобразует углерод биомассы в форму, устойчивую к распаду. Когда древесный уголь закапывают или добавляют в почву, большая часть углерода может оставаться в древесном угле или почве от десятилетий до столетий при правильных условиях.

Сопутствующие выгоды и проблемы:

- Улучшение качества почвы: biochar может помочь восстановить деградированные почвы, повысить продуктивность сельского хозяйства и помочь почвам удерживать воду.

- Производство энергии: сжигание биомассы для производства биоугля дает энергию, которую можно использовать для производства тепла или электричества.

- Обратимость: углерод, захваченный с помощью биоугля, может высвободиться, если почва нарушена.

- Сложность измерения: мониторинг и проверка устойчивости удаления углерода с помощью biochar могут быть трудными.

Возможный масштаб и стоимость. Потенциал и стоимость использования biochar в больших масштабах остаются неясными. По разным оценкам стоимость захвата 18–166 долларов на тонну CO<sub>2</sub>. Необходимы дальнейшие исследования для уточнения глобальных и региональных оценок стоимости и потенциала биоугля.

Технологическая готовность. Biochar - относительно зрелая технология. В настоящее время его использование для удаления углерода в основном ограничено стоимостью и наличием пиролизных установок для производства биоугля. Необходимы дополнительные исследования, чтобы лучше понять эффективность, постоянство и сопутствующие преимущества biochar для различных видов сырья биомассы и в различных условиях.

В качестве примера возможного способа реализации этой технологии можно привести проект «Разработка и внедрение комплекса технологических решений точного внесения удобрений и биологических средств защиты растений для перехода к высокпродуктивному и экологически чистому производству». Проект выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках гранта RFMEFI58117X0024.

Проект направлен на создание новых технологий рационального применения традиционных удобрений и удобрений нового поколения, а также

средств биологической защиты для сельскохозяйственных растений. Новые технологии созданы на основе полученной ответной реакции сельскохозяйственных растений и микробных сообществ на применение пирогля и биологических средств защиты растений в различных сочетаниях.

#### **4. Лесоразведение.**

Лесонасаждение, включая восстановление лесов, лесовозобновление и облесение, представляет собой процесс восстановления поврежденных лесов или на посадку не покрытых лесом землях. Восстановление лесов включает в себя помощь деградировавшим лесным угодьям в восстановлении их структуры леса, экологических процессов и биоразнообразия. Лесовосстановление включает в себя посадку деревьев или разрешение деревьям отрастать на земле, которая недавно была покрыта лесом. Облесение включает посадку деревьев на земле, которая в последнее время не была покрыта лесом. Поскольку леса удаляют углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) из атмосферы по мере роста деревьев и потенциально могут хранить этот углерод в течение длительных периодов времени, лесоразведение считается одной из форм удаления углерода.

Сопутствующие выгоды и проблемы:

- Биоразнообразие: восстановление или выращивание лесов с разнообразными местными видами и функционирующими экологическими процессами может защищать и поддерживать биоразнообразие растений и животных.

- Улучшение здоровья почвы: лесонасаждение может улучшить местные почвенные условия.

- Местные экономические выгоды: леса могут приносить экономическую выгоду местным общинам, начиная от дров и лекарств и заканчивая отдыхом.

- Землепользование: в больших масштабах земли для лесонасаждений могут конкурировать с другими видами землепользования, такими как сельское хозяйство.

- Обратимость: если в будущем леса будут нарушены или уничтожены людьми, или из-за изменения климата, накопленный углерод будет высвобожден.

- Насыщенность: леса перестанут поглощать больше углерода, в конечном итоге, когда они достигнут зрелости через десятилетия или столетия.

- Эффекты альбедо: в более высоких широтах замена светлого земного покрова (например, снега и льда) темным лесом поглощает больше тепла, что увеличивает изменение климата.

- Углеродные плантации: монокультурные плантации, предназначенные для максимального удаления углерода, могут угрожать биоразнообразию и останутся более уязвимыми для обращения вспять, чем естественные леса.

Возможный масштаб и стоимость. Максимальное количество CO<sub>2</sub> которое может быть удалено из атмосферы за счет лесонасаждений, зависит от площади земли, предназначенной для облесения и лесовозобновления. Годовая скорость связывания углерода, например, сосновым лесом может достигать 1-1,5 т CO<sub>2</sub> в год, тополями – 5-7 т, а такое дерево, как павловния поглощает вообще 30 т. Прямые затраты на лесоразведение, вероятно, будут в диапазоне 5–50 долларов на тонну секвестрированного CO<sub>2</sub>, при этом естественное возобновление лесов иногда происходит без прямых затрат, когда недавно обезлесенные земли оставляют для восстановления самостоятельно.

## **5. Связывание углерода в почве.**

Связывание углерода в почве, также известное как «углеродное земледелие» или «регенеративное сельское хозяйство», включает в себя различные способы управления землями, особенно сельхозугодиями, с тем чтобы почвы поглощали и удерживали больше углерода. Увеличение углерода в почве достигается различными способами, в том числе: уменьшением нарушения почвенного покрова за счет перехода на низкую или нулевую обработку почвы или посадки многолетних культур; изменение графиков посадки или ротации, например, путем посадки покровных культур или двойных культур вместо того, чтобы оставлять поля под паром; управляемый выпас скота; внесение компоста или пожнивных остатков на поля. Помимо обеспечения местных экологических и экономических выгод, эти методы могут улавливать углекислый газ (CO<sub>2</sub>) из атмосферы и накапливать его в почвах, что делает их формой удаления углерода.

Сопутствующие выгоды и проблемы:

- Улучшение здоровья почвы: связывание углерода в почве помогает восстановить деградированные почвы, что может повысить продуктивность сельского хозяйства.
- Повышение устойчивости к изменению климата: более здоровые почвы делают сельское хозяйство более устойчивыми как к засухе, так и к сильным дождям.
- Сокращение использования удобрений: более здоровые почвы требуют меньше удобрений, что экономит деньги и снижает воздействие на окружающую среду.
- Насыщенность: почвы могут удерживать лишь конечное количество углерода.
- Обратимость: углерод, захваченный в результате связывания углерода почвой, может высвободиться, если почвы нарушены; обществам необходимо будет поддерживать надлежащую практику управления почвами на неопределенный срок.
- Сложность измерения: мониторинг и проверка удаления углерода через связывание углерода почвой в настоящее время сложно и дорого.

Возможный масштаб и стоимость. Почвы содержат в три раза больше углерода, чем в настоящее время находится в атмосфере, или почти в четыре

раза больше, чем в живом веществе. Но за последние 10000 лет сельское хозяйство и переустройство земель снизили углерод в почве во всем мире на 840 миллиардов метрических тонн двуокиси углерода ( $\text{ГтCO}_2$ ), а многие возделываемые почвы потеряли 50-70% своего первоначального органического углерода. Поскольку почвы обладают такой большой емкостью хранения, увеличение емкости почвы даже на несколько процентных пунктов имеет большое значение, при этом стоимость этого процесса от 0 до 100 долларов за тонну  $\text{CO}_2$ .

В приложении 1 представлены проекты, прошедшие экспертизу и включенные в европейский реестр углеродных проектов. С содержанием проектов можно ознакомиться по ссылке источника литературы 18. К сожалению российских проектов, непосредственно связанных с сельским хозяйством заявлено, не было, но в других странах они были и в выше указанном реестре представлены. Знакомство с проектами дает общее представление о направлении деятельности, но не раскрывает сложность верификации и валидации. Так, например, по заявлению авторов проекта «Поглощение углерода путем лесоразведения в отдельных районах сибирского региона Российской Федерации» (2012 год) на югорском промышленном форме в ноябре 2021 года, работы над проектом заняли более 2-х лет, было привлечено около 140 ученых из 15 научных и образовательных организаций. На реализацию проекта, в том числе работы связанные с включением в реестр, было потрачено 1,7 млн долларов.

## **4. Карбоновые полигоны, климатические проекты**

### **4.1. Карбоновые полигоны**

Для выявления фактов превышения эмиссии ПГ и обеспечения работы системы экологических штрафов-налогов, учета результатов климатических проектов разрабатываются национальные и глобальные системы экологического контроля с применением передовых технологий, особенно дистанционного измерения эмиссии парниковых газов и других значимых для изменения климата параметров. Такие системы на основе спутниковой информации, беспилотных систем, роботизированных автономных сенсоров активно развиваются в мире - CMS (NASA Carbon Monitoring System), европейская EUETS (European Union Emissions Trading Scheme), британско-ирландская ETSWAP, немецкая FMS. До 2025 года Европейское космическое агентство планирует создание группировки измеряющих выбросы  $\text{CO}_2$  спутников, основной миссией которой будет являться всепланетный контроль антропогенной эмиссии парниковых газов.

Все вышеприведенные тенденции указывают на то, что России необходимо иметь собственный «карбоновый» мониторинг. В противном случае расчеты карбоновых налогов и штрафов, оценка соответствия экологическим стандартам, мониторинг текущей ситуации с эмиссией парниковых газов будут проводиться внешними экологами, непредвзятость и беспристрастность, а также квалификация которых

абсолютно не гарантированы. Сервисы эко-мониторинга являются коммерчески значимыми с тенденцией к их обязательному применению после 2024 г. не только в сельском и лесном хозяйстве, но в ряде других важных отраслей индустрии.

В этом контексте очень важен следующий тезис – мы должны научиться себя измерять, причем так, чтобы это не вызывало вопросов у наших партнёров. Государством определена одна из возможных форм разработки и испытания технологий экологического мониторинга в сельском и лесном хозяйстве - это Карбоновые полигоны.

Карбоновый полигон – это один или несколько участков земной поверхности с репрезентативными для данной территории рельефом, структурой растительного и почвенного покрова, на котором реализуется комплекс мероприятий, направленных на развитие научного, кадрового и инфраструктурного потенциалов в области разработки и испытаний технологий контроля баланса климатически активных газов природных экосистем. На карбоновом полигоне должны проводиться эксперименты по измерению выбросов и поглощения парниковых газов посредством наземных и дистанционных методов для оценки пространственной и временной изменчивости потоков климатически активных газов. Кроме того, на полигоне осуществляется подготовка кадров высшей квалификации в области новейших методов экологического контроля, перспективных технологий для низкоуглеродной индустрии, сельского и муниципального хозяйства. Результатом деятельности карбонового полигона является отработка технологических решений контроля углеродного баланса на основе полного технологического цикла, а также их испытания в реальных и критических условиях [32].

В феврале 2021 года Министерство науки и высшего образования Российской Федерации приказом №74 от 5 февраля запустило пилотный проект по созданию на территории регионов России карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса. Этот проект должен стать одним из ключевых элементов разработки национальной системы мониторинга потоков парниковых газов в экосистемах России.

В первый год реализации проекта карбоновые полигоны будут созданы в Чеченской Республике, Краснодарском крае, Калининградской, Новосибирской, Сахалинской, Свердловской и Тюменской областях. На территории карбоновых полигонов планируется осуществлять как научную, так и образовательную деятельность.

Реализация проекта по созданию карбоновых полигонов соответствует Национальному плану мероприятий адаптации к изменениям климата на период до 2022 года, утвержденному Правительством РФ в декабре 2019 года, и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, принятой в декабре 2016 года.

На дату подготовки материала по данным сайта «Карбоновые полигоны» [33] существует 8 действующих полигонов и два готовятся к открытию. Общая площадь полигонов: 18954,4 га (рисунок 15). В прессе

заявлялось также о создании инициативных полигонов в Екатеринбурге и Омске.

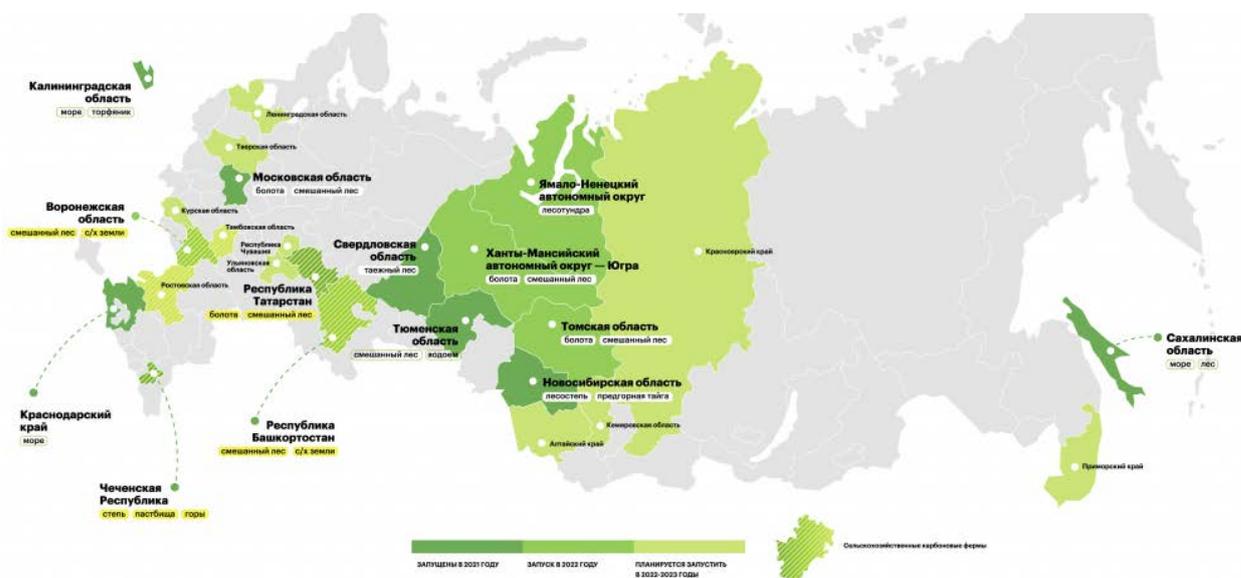


Рисунок 15 – Карбоновые полигоны РФ

Таким образом, можно заключить, что карбоновые полигоны это в большей степени научно-экспериментальные полигоны для отработки как методик мониторинга эмиссии и секвестрации в сельском и лесном хозяйстве. В ряде проектов (Омск) предусматривается также отработка технологий по улавливанию и удержания в почве и биомассе  $\text{CO}_2$ , а также отработка новых низкоуглеродных технологий в сельском хозяйстве, в том числе для развития карбоновых ферм.

В соответствии с правилами функционирования углеродного рынка, и в целом в соответствии с правилами международных климатических соглашений, технологии по улавливанию и удержания в почве и биомассе  $\text{CO}_2$ , а также низкоуглеродных технологий реализуемые в сельском и лесном хозяйстве могут быть оформлены в виде климатического проекта. В этом случае, единицы поглощения или сокращения эмиссии  $\text{CO}_2$  могут участвовать качестве актива на углеродном рынке или национальном углеродном обороте. Климатический проект, напомним, это - комплекс мероприятий, обеспечивающих сокращение (предотвращение) выбросов парниковых газов или увеличение поглощения парниковых газов (Федеральный закон от 2 июля 2021 г. N 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»).

В другом случае, низкоуглеродные технологии, используемые в сельском и лесном хозяйстве и приводящие к снижению эмиссии ПГ, могут и не оформляться в виде климатического проекта по разным причинам: технология не соответствует требованиям стандартов по верификации климатических проектов (например, относиться к традиционным энергосберегающим технологиям); целью внедрения технологий является получение коммерческой выгоды, в том числе приводящее к увеличению углеродного следа в следующих цепочках; целью внедрения технологий

является снижение углеродного следа предприятия или отдельного вида продукции и пр.

Так или иначе оба сценария можно классифицировать как carbon farming – углеродное земледелие. В целом, это можно представить, как различные сельскохозяйственные методы, направленные на улавливание атмосферного углерода и фиксацию его в почве, корнях сельскохозяйственных культур, древесине и листьях. Целью углеродного земледелия является увеличение скорости связывания углерода в почве и растительном материале с целью создания чистой потери углерода из атмосферы [34].

#### **4.2. Карбоновые фермы**

В России термин carbon farming приобрел иную коннотацию – карбоновая ферма, то есть вид деятельности основанный на использовании регенерационных агротехнологий и методов лесного менеджмента для поглощения атмосферного углерода почвами и растительной биомассой (Н.Д. Дурманов).

В 2021 году группой экспертов был подготовлен доклад «Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России» [35]. В докладе представлено видение о возможности развития в России углеродного земледелия (практик создания карбоновых ферм). Сказано, что «...благодаря внедрению методов карбонового (углеродного) земледелия существенно сократится углеродный след российской сельхозпродукции, и российский сельхозпроизводитель, землепользователь превратится в поставщика услуг по поглощению углерода. Обширные лесные массивы нашей страны могут стать фабриками по депонированию углерода, способными поглощать сотни миллионов тонн углекислого газа в год. Программа выведения регенеративных сортов (и даже новых видов) сельскохозяйственных культур и лесных растений может стать одним из ключевых элементов стратегии социально-экономического развития России, разработка которой предусмотрена Указом Президента Российской Федерации. В докладе предлагаются меры, направленные на реализацию Россией возможностей в рамках новой международной климатической повестки».

Выше мы уже разбирали природоподобные геоинжиниринговые технологии, которые включают в себя, в том числе практики углеродного (карбонового) земледелия (иная интерпретация – регенеративное сельское хозяйство) и практики лесного менеджмента, а также механизмы и способы оформления этих практик в виде климатических проектов. Сейчас же хотели более подробно остановиться на случае, когда низкоуглеродные технологии, используемые в сельском и лесном хозяйстве не оформляются в виде климатического проекта.

Мировой опыт показывает, что как правило, внедрение технологий углеродного земледелия не сопровождается последующей верификацией единиц сокращения в целях реализации их на углеродном рынке. По состоянию на 2016 год варианты углеродного земледелия достигли сотен миллионов гектаров во всем мире из почти 5 миллиардов гектаров мировых

сельскохозяйственных угодий [36]. В развитых странах (особенно ЕС) практика углеродного земледелия часто стимулируется посредством политики, разработанной правительствами. Углеродные методы ведения сельского хозяйства, как правило, требуют затрат (либо приводят к снижению объемов производства), а это означает, что обычно нужен способ получения прибыли от использования углеродного сельского хозяйства.

Так, например, в 2021 году будет запущена новая Инициатива ЕС по углеродному сельскому хозяйству с целью поощрения экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства посредством Общей сельскохозяйственной политики (САР - система сельскохозяйственного субсидирования и сельхозпрограмм в Европейском союзе) или других государственных или частных инициатив, связанных с углеродными рынками. Стратегия также устанавливает, что Комиссия разработает нормативную базу для углеродных кредитов. Углеродное сельское хозяйство относится к управлению углеродными пулами, потоками парниковых газов на уровне отдельных хозяйств с целью смягчения последствий изменения климата. Это включает управление как землей, так и животноводством, всеми пулами углерода в почвах, материалах и растительности, а также потоками  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , а также  $\text{N}_2\text{O}$ . Он включает в себя удаление углерода из атмосферы, предотвращение выбросов парниковых газов и сокращение выбросов от текущих методов ведения сельского хозяйства.

Плата за углеродное сельское хозяйство на уровне хозяйства может быть основана на действиях или результатах. Схемы, основанные на действиях, вознаграждают управляющих земельными ресурсами за внедрение экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства. В схемах, ориентированных на результат, выплаты управляющим земельными ресурсами напрямую связаны с измеримыми показателями климатических выгод, которые они обеспечивают. Преимущество этого подхода заключается в том, что использование государственных или частных средств более напрямую связано с намеченной климатической целью.

Гибридные схемы сочетают в себе элементы схем, ориентированных на действия и результаты, обычно предлагая плату за выполнение ряда управленческих действий, которая выплачивается, если фермеры могут продемонстрировать, что они принесли дополнительные климатические выгоды. В контексте поставленных в исследовании задач необходимо отметить, что ЕС только в начале пути исследования о том, как можно мультиплицировать применение углеродного земледелия, с использованием платежей, ориентированных на результат.

В настоящее время рассматривается тиражирование этих практик в следующих секторах: восстановление торфяников и повторное заболачивание; агролесоводство; поддержание и увеличение содержания органического углерода (SOC) в минеральных почвах; луга; углеродный аудит животноводческих ферм. Анализ в этих пяти областях послужил основой для разработки руководства для практиков, которые рассматривают возможность создания ориентированной на результат схемы углеродного фермерства [37].

Политика ЕС предусматривает такие направления привлечения финансов под углеродное сельское хозяйство, как: финансирование через общую сельскохозяйственную политику (например, субсидирование); другие инструменты государственного финансирования (поддержки), такие как государственная помощь, частные инициативы, связанные с углеродными рынками, или посредством комбинации этих вариантов финансирования.

Ниже приведены примеры софинансируемых проектов по углеродному сельскому хозяйству в ЕС.

**Схема выращивания углерода LIFE (программа LIFE).** Цель проекта - выявить и ускорить разработку и внедрение новых стимулов для связывания углерода, а также увеличения и поддержания запасов органического углерода в почве и биомассе в Европе. С целью содействия хорошо функционирующему добровольному углеродному рынку, проект выявит ключевые факторы в мерах спроса и предложения, чтобы побудить частный сектор ускорить действия по борьбе с изменением климата. Результаты проекта будут использованы для разработки сельскохозяйственной и климатической политики ЕС.

**Проект Interreg Carbon Farming (Европейский фонд регионального развития).** Проект направлен на смягчение последствий изменения климата при одновременном улучшении сельскохозяйственных почв за счет внедрения методов связывания углерода на фермах. Он ориентирован не только на связывание углерода, но и способствует сотрудничеству между фермерами и заинтересованными сторонами как внутри пищевой цепи, так и за ее пределами.

Если говорить о другой стране, глобальном участнике углеродного рынка – США, то здесь получили развития коммерческие инициативы, то есть привлечение денежных средств (компенсация выпавших доходов в следствии внедрения практик регенеративного земледелия) с углеродного рынка, то есть путем верификации и продажи единиц сокращения. Наибольший масштаб имеет проект Indigo Agriculture Europe GmbH проект Terraton [38].

В России подобных проектов и практики государственной поддержки углеродного земледелия пока не сложилось. Однако, очевидно, что введение трансграничного углеродного регулирования (куда наверняка к 2025 году попадет продукция сельского хозяйства), необходимость снижения антропогенной нагрузки для выполнения международных обязательств по сокращению выбросов ПГ заставит разрабатывать подобные меры.

## **5. Рекомендации по возможности реализации климатических проектов в Алтайском крае**

Как было представлено выше, в Алтайском крае в последние десятилетия наблюдается повышение температуры теплого периода года, которое не компенсируется увеличением осадков, что приводит к иссушению территории. Сокращаются пахотные земли и увеличивается доля залежных земель (в том числе деградированных). Происходит сокращение лесов Лесного хозяйства края. Все это требует реализации комплексных мер

адаптации отдельных отраслей и территорий к климатическим изменениям и реализации потенциала экосистемных услуги в Алтайском крае.

«Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года» предусматривает разработку отраслевых и региональных планов адаптации. В региональном плане целесообразно предусмотреть: восстановление защитных лесных полос, задернение, подсев ценных кормовых трав и перевод залежей в посевы многолетних трав, сенокосы и пастбища, внедрение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, засухоустойчивых сортов и культур; снижение хозяйственной нагрузки на леса, особенно ленточные боры, учет и восстановление всех их доступных площадей, улучшение возрастной структуры; увеличение площади особо охраняемой природной территории.

Наибольший вклад в депонирование углерода вносят леса. Современный лесной покров Алтайского края в значительной степени состоит из вторичных (молодых) лесов, что способствует их высокой активности по депонированию атмосферного углерода. Травяно-кустарниковые экосистемы (в основном зональные) оказываются слабым источником углерода для атмосферы, но значительным пулом хранения его. Заметный сток углерода представлен болотами [39,40].

При планировании адаптационных мероприятий и мероприятий по реализации климатических проектов необходимо учитывать два биогеохимических климаторегулирующих фактора наземных экосистем: 1) скорости изъятия углерода из атмосферы; 2) запасы и устойчивость депонированного, выведенного из биогеохимического круговорота углерода. Понятно, что мероприятия и проекты должны усиливать потенциал и не приводить к нарушению пулов. Если делать ставку на быстрое поглощение углерода, то на первый план выходят молодые леса, особенно те, которые восстанавливаются на месте заброшенных пахотных земель. Если реализовывать политику долговременного накопления углерода, то в приоритете оказываются луга и торфяные болота.

Коллективом ученых [41] на примере Алтайского края был произведен расчет стоимостного значения экосистемных услуг на основе рыночных фактор – стоимости депонирования углерода лесными экосистемами. Экосистемные услуги - это многочисленные и разнообразные блага для человека, обеспечиваемые природной средой и экосистемами. Такие экосистемы включают, например, агроэкосистемы, лесные экосистемы, экосистемы пастбищ и водные экосистемы. Для оценки использовались данные о площади, занимаемой различными типами экосистем в каждом муниципальном районе, данные о среднемировой стоимости тонны выброса углерода в 2018 году, а также данные об относительном вкладе различных типов экосистем в углеродный баланс.

Общая стоимость связывания углерода экосистемами края составила 2782,7 млн руб., где результаты оценки были выражены в удельных показателях (руб./га) (рис. 16). Наибольшая стоимость депонирования углерода экосистемами была, закономерно, отмечена в районах с наибольшей

лесистостью – Заринском, Залесовском, Тальменском, Троицком, Солтонском, Ельцовском. Вклад лесных экосистем в формирование стоимости депонирования углерода составил 80–90%. Значительный вклад в формирование стоимости связывания углерода экосистемами вносят и пашни – их вклад составляет 6–14%.

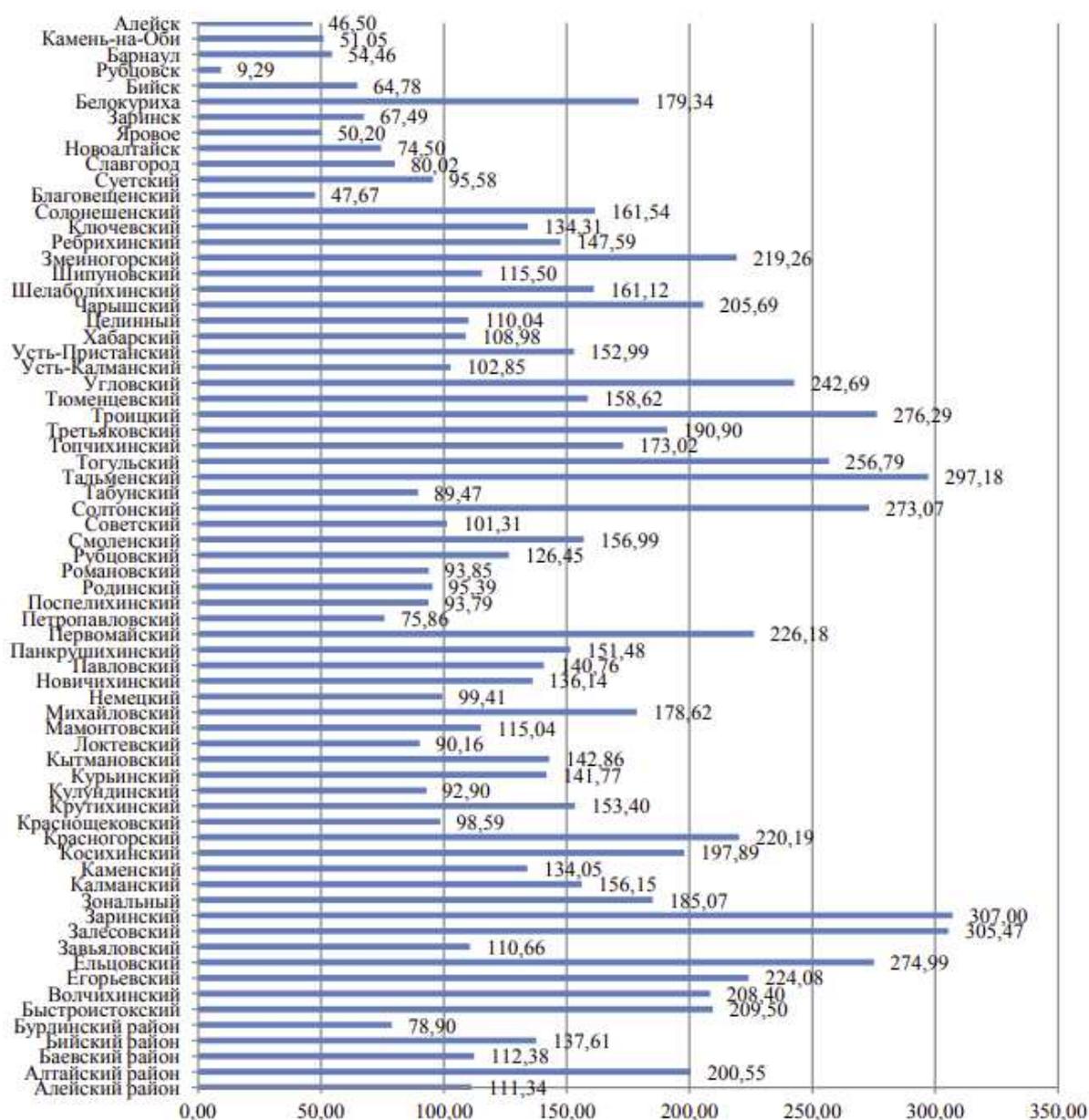


Рисунок 16 - Удельная стоимость депонирования углерода экосистемами муниципальных районов Алтайского края (руб./га).

Такой подход к оценке потенциала территории позволяет оценить перспективы как для экосистемы, так и для экономики проектов. Кроме того, в ряде работ ученых Алтайского края представлены другие варианты подходов к реализации политики адаптации к изменениям климата, в том числе с учетом практик климатически оптимизированного сельского хозяйства [42,43,44].

Так же хотелось обратить внимание на Постановление Правительства РФ №1509 [45], которое регламентирует особенности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов на землях сельхозназначения. Кроме того, что собственники сельхозземель получили право выращивать на них лес и реализовывать древесину в коммерческих целях, в условиях формирования законодательства о государственном регулировании выбросов и поглощений парниковых газов, они могут получить дополнительный доход от продажи углеродных единиц (единиц поглощения CO<sub>2</sub>).

Из международных климатических соглашений вытекают базовые принципы, которые следует принимать во внимание при создании систем оценки углерода лесов, имеющих практическую направленность. Во-первых, учету и управлению подлежат стоки и источники парниковых газов в лесах, в то время как величина запасов углерода лесов, присутствующая в начальный момент управления, принципиального значения не имеет. Иначе говоря, важны лишь изменения запасов углерода лесов в сторону увеличения или уменьшения, происходящие в период управления. Во-вторых, учитывать следует только те стоки и источники парниковых газов, которые являются результатом деятельности человека, имеют антропогенный характер. То есть выявление и учет лесов на землях сельскохозяйственного назначения переводит их в категорию «подверженных антропогенному воздействию» и, следовательно, действия по их сохранению и повышению поглощающей способности формально будут соответствовать климатическим нормам международного права, а единицы их поглощения реализовываться на добровольном углеродном рынке или идти в зачет национальных квот.

Постановление Правительства РФ №1509 предусматривает несколько важных изменений в хозяйственной деятельности и работе органов исполнительной власти:

1. Леса, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения, подлежат освоению с соблюдением целевого назначения таких земель (т.е. при их обособлении и учете будут входить в группу антропогенных лесов и подлежать учету в национальной системе бюджета углерода лесов). Использование лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, допускается в целях, предусмотренных пунктами 1-10, 13-15 части 1 статьи 25 Лесного кодекса Российской Федерации.

2. Правообладатели представляют в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченные на обеспечение государственного управления агропромышленным комплексом субъекта Российской Федерации, сведения об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов.

3. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченные на обеспечение государственного управления агропромышленным комплексом, осуществляют учет сведений об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов на основе сведений, представленных правообладателями, а также на основе землеустроительной

документации, данных государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и других источников информации.

4. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, указанные в пункте 23 настоящего Положения, представляют сведения об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации, в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие функции по ведению государственного лесного реестра.

Далее представлена принципиальная схема (рис. 17) возможных путей реализации ПП №1509 в рамках климатической повестки на разных уровнях управления, а также ключевые стейкхолдеры. Схема учитывает типологию земель в соответствии с Национальным кадастром антропогенных выбросов, подпадающих под регулирование и соотношение в системе отчета России в рамках Парижского соглашения. Важно отметить, что в соответствии с Национальным кадастром в категорию управляемых также попадают земли поселений и прочие земли, что позволяет задействовать их тоже в климатических проектах по мимо правил Постановления №1509.

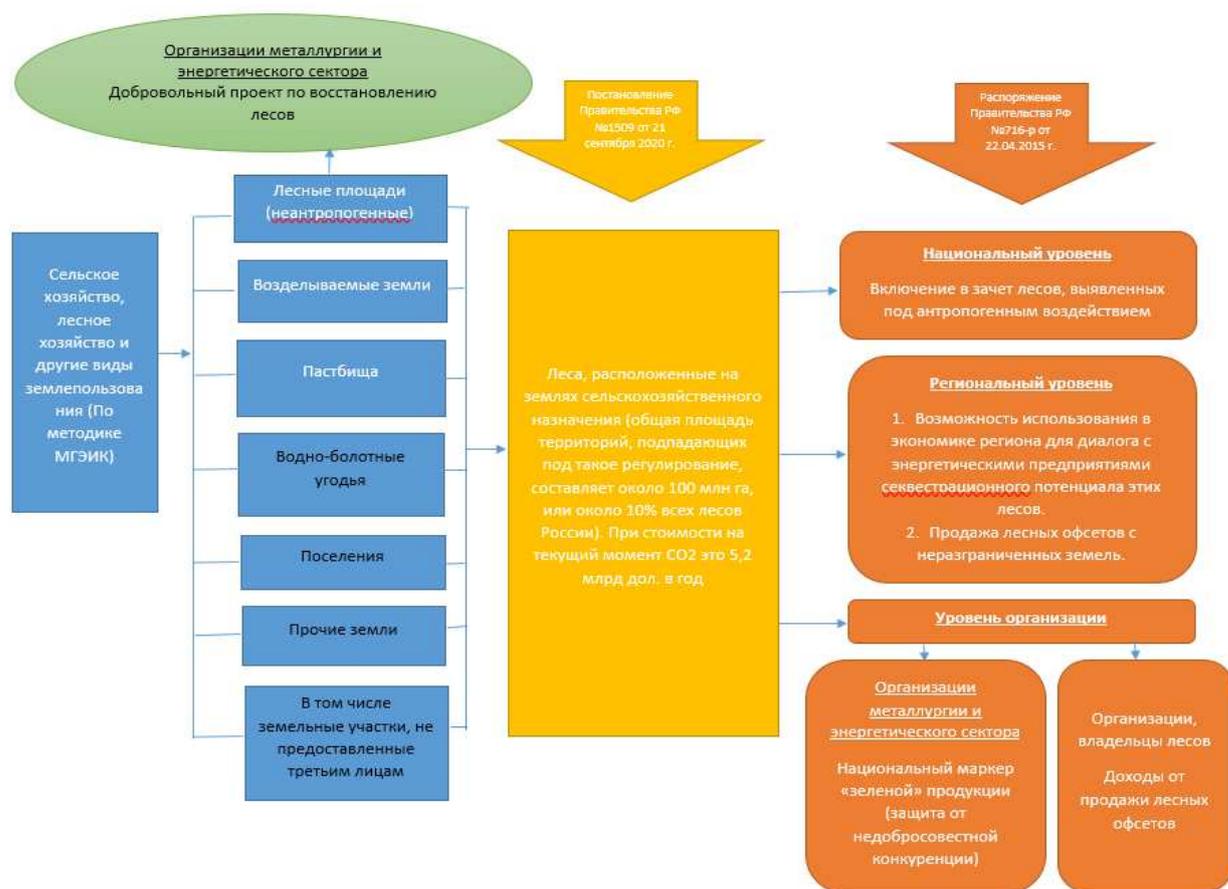


Рисунок 17 – Схема использования поглощающей способности в секторе ЗИЗЛ в рамках ПП №1509

Что касается практик и методов улавливания и удержания углерода непосредственно в сельскохозяйственном производстве, то они вытекают из представленных выше геоинжинринговых технологий. Если рассматривать технологию как комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на производство, обслуживание, восстановление и эксплуатацию природных ресурсов, то можно заключить, что разнообразие методов и частных практик реализации технологии громадное количество.

Одни и те же методы и способы увеличения депонирования углерода как в разных природно-климатических зонах, так и из года в год в одной зоне, могут приводить к противоположным результатам, поэтому практика верификации климатических проектов предусматривает натурное изучение результатов применения климатических технологий конкретными выбранными способами в условиях хозяйствующего субъекта.

Перед началом реализации климатического проекта, целесообразно провести апробацию выбранных способов и методов в малых масштабах (или оценить если таковые уже реализовывались), подтвердить научно-методическую обоснованность и возможность мультиплицирования, а затем приступить к его оформлению, верификации и реализации.

Для целей реализации климатического проекта и/или снижения углеродного следа продукции, либо в целом, для реализации технологий в рамках устойчивого развития предприятия можно порекомендовать ряд способов и методов улавливания и удержания углерода в почве и биомассе с помощью природоподобных технологий (табл. 2). Это лишь небольшая часть технологий без конкретных способа и методов ее реализации, которые должны подбираться индивидуально для каждого хозяйства.

Таблица 2 – Меры, действия и технологии по смягчению последствий антропогенной нагрузки

Меры по смягчению последствий	Действия	Технологии	Эффекты смягчения		
			CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Управление пахотными землями	Земледелие	С/х биотехнология	V	V	
		Технология защитных растений	V		
	Управление биогенными веществами	Технологии управления удобрениями	V		V
		Использование микроризы и микробиоты	V		
	Обработка почвы	Безотвальная обработка почвы	V		?*
		Биоуголь	V		

	Управление водными ресурсами	Дождевальное и капельное орошение, сбор туманообразных и дождевых осадков	?*		V
	Агролесоводство	Агролесоводство	V		?*
<b>Управление органическими удобрениями</b>	Ответственное хранение и обработка	Управление оборотом и хранением		V	?*
	Анаэробное разложение	Управление пожнивными остатками		V	?*
		Биогазовый реактор с извлечением метана		V	?*
<b>Производство биоэнергии</b>	Производство культур или использование отходов	Производство биотоплива	V		?*
<b>Интегрированные технологии</b>	Применение специального пакета технологий	Органическое сельское хозяйство	V	V	V

*\* эффекты смягчения последствий мало изучены или не доказаны применительно к территории Алтайского края*

Учитывая, что лесные проекты сегодня находятся в фокусе внимания (в Стратегии низкоуглеродного развития предусмотрено до 2050 года увеличение поглощающей способности лесов в 2,2 раза) и с учетом сложившейся практики в рамках Киотского протокола, считаем целесообразным на первом этапе реализации климатической повестки в Алтайском Крае предусмотреть реализацию именно лесных проектов на управляемых землях. Чтобы лесные проекты учитывались в снижении углеродного следа, они должны соответствовать определенным критериям: 1) приводить к улучшению управления лесами (снижение эмиссий и/или более высокое поглощение парниковых газов); 2) действия в проекте не должны быть требованием текущего законодательства и проекты не могут быть сделаны (экономически выгодными) без продажи ЕСВ; 3) проектная документация подлежит заверению, а сами проекты - сертификации и мониторингу, и пока до конца не понятна рыночная стоимость этой услуги; 4) проекты не должны уменьшать биоразнообразие и снижать экосистемные функции лесов; 5) риски пожаров и обводнений требуют резервирования большей части накопленных единиц сокращения.

Использование технологий депонирования углерода в почве непосредственно при сельскохозяйственном производстве в качестве основания для реализации климатического проекта пока представляется в России маловероятным. Обусловлено это несколькими факторами. Во-первых, в отличие от лесных проектов, опыта реализации подобных инициатив пока нет. Во-вторых, при реализации проекта достаточно сложно будет доказать,

что реализуемые технологии являются самостоятельными проектами (вне технологического процесса - требования стандартов и МЧР), доказать, а затем и подтвердить, заявленные единицы поглощения в следствии нестабильности биогенных процессов. Пока несовершенны методы масштабных экосистемных измерения эмиссии и секвестрации CO<sub>2</sub> и точного прогнозирования этих процессов. В этих условиях риски для покупателей единиц поглощения останутся достаточно высокими.

Вместе с тем, в перспективе сельское хозяйство остается значимым игроком на углеродном рынке. В процессе дискуссий на «полях» конференции в Глазго удалось обозначить возможность более активного использования таких проектов с горизонтом подтверждения результатов 5 лет и возможностью продления еще на 5 лет. Напомним, что для лесных проектов это срок составляет 15+15 лет.

В рамках реализуемой в России ESG политики складываются благоприятные условия для привлечения «зеленых» инвестиций в сельское хозяйство. Чтобы сельское хозяйство соответствовало стратегии низкоуглеродного развития, по оценкам Российской академии наук, необходимо проинвестировать 3,6 трлн рублей до 2050 года. Банки уже сейчас готовы выдавать зеленые или ESG-кредиты, готовы делать грейс-периоды, предоставлять льготные условия и снижать процентную ставку, если предприятие вкладывается в технологии, которые снижают углеродный след, приводят к увеличению социальной ответственности.

В ближайшие 2-3 года остро встанет вопрос об углеродном следе продукции, особенно в условиях введения трансграничного углеродного регулирования. В связи с этим целесообразно и на региональном уровне иметь стратегию декарбонизации сельского хозяйства, учитывающую перспективы изменения природно-климатических условий, возможности реализации методов регенеративного сельского хозяйства с учетом перспектив технико-технологического перевооружения отрасли, возможности стимулирования использования низкоуглеродных технологий. Чрезвычайно важно разработать систему мероприятий по обучению работников отрасли как низкоуглеродным методам ведения сельского хозяйства, так и новым правилам функционирования экономики в условиях адаптации к климатическим изменениям и ведению «зеленых» стандартов.

## Список использованной литературы

1. Что вызывало ледниковые периоды и другие важные изменения климата до индустриальной эпохи? [Электронный ресурс] // URL: [https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/ru/faq-6-1.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/faq-6-1.html) (дата обращения: 13.11.2021);
2. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2018 году [Электронный ресурс] // URL: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnumid=5797](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnumid=5797) (дата обращения: 13.11.2021);
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – Москва, 2021. – 104 стр.;
4. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – Санкт-Петербург. 2017. – 106 с.;
5. Руководящий документ 52.88.699 Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М., Росгидромет, 2008.;
6. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) [Сайт] // URL: <https://www.ipcc.ch/languages-2/russian>;
7. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации. Под ред. Н. В. Кобышевой. СПб: Гидрометеоиздат. 2005. 319 с.;
8. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата [Сайт] // URL: <https://unfccc.int/ru/peregovornyy-process-i-vstrechi/konvenciya/chto-takoe-ramochnaya-konvenciya-organizacii-obedinennykh-naciy-ob-izmenenii-klimata>;
9. Парижское соглашение, принятое на 21-й сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (КС-21 РКИК ООН) 12 декабря 2015 года в Париже [Электронный ресурс] // URL: <https://unfccc.int/ru/peregovornyy-process-i-vstrechi/parizhskoe-soglashenie/chto-takoe-parizhskoe-soglashenie> (дата обращения: 15.11.2021);
10. Юлкин М.А., Дьячков В.А., Самородов А.В., Кокорин А.О., Добровольные системы и стандарты снижения выбросов парниковых газов. М., Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013, - 100 с.;
11. Экспертный диалог на тему: «Как оценить итоги климатического саммита в Глазго?» [Электронный ресурс] // URL: <https://www.youtube.com/watch?v=R5G2gkWcyNI> (дата обращения: 18.11.2021);
12. Указ Президента РФ от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов»;
13. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года / утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р;
14. Схема компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации (CORSIA) [Сайт] // URL: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>;

15. Состояние добровольных углеродных рынков на Ecosystem Marketplace в 2021 году [Электронный ресурс] // URL:<https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2021/> (дата обращения: 19.11.2021);

16. Стандарты разработки проектов по сокращению выбросов [Сайт] // URL: <http://https://www.southpole.com/project-development-standards> (дата обращения: 20.11.2021);

17. Доля договорных добровольных углеродных кредитов по стандарту сертификации [Электронный ресурс] // URL:[https://www.researchgate.net/figure/Share-of-contracted-voluntary-carbon-credits-by-certification-standard-Source-Wuppertal\\_fig2\\_312811763](https://www.researchgate.net/figure/Share-of-contracted-voluntary-carbon-credits-by-certification-standard-Source-Wuppertal_fig2_312811763) (дата обращения: 20.11.2021);

18. Сайты и платформы РКИК ОН [Сайт] // URL:[https://ji.unfccc.int/JI\\_Parties/DB/6DRH120BQZA26Q78VQ5FDCS7FTPQU/viewDFP](https://ji.unfccc.int/JI_Parties/DB/6DRH120BQZA26Q78VQ5FDCS7FTPQU/viewDFP) (дата обращения: 22.11.2021);

19. Российский реестр углеродных единиц [Сайт] // URL:<http://www.carbonunitsregistry.ru/default.htm> (дата обращения: 23.11.2021);

20. Сайт компании SGS [Сайт] // URL:<https://www.sgs.ru/> (дата обращения: 26.11.2021);

21. Экспертный диалог на тему: «Как оценить итоги климатического саммита в Глазго?» [Электронный ресурс] // URL:<https://www.youtube.com/watch?v=R5G2gkWcyNI> (дата обращения: 01.12.2021);

22. Сведения о выбросах ПГ по секторам экономики в мире [Электронный ресурс] // URL:<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> (дата обращения: 01.12.2021);

23. Несельскохозяйственная деятельность – источник растущей доли выбросов парниковых газов в продовольственных системах [Сайт] // URL:<https://www.fao.org/news/story/fr/item/1402206/icode> (дата обращения: 01.12.2021);

24. Сайт Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [Сайт] // URL:<https://www.ipcc.ch/languages-2/russian> (дата обращения: 01.12.2021);

25. Седьмое Национальное сообщение Российской Федерации /представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола/ Росгидромет, 2017 – 348 с.;

26. Климатически оптимизированное сельское хозяйство /Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН// URL:<https://www.fao.org/climate-smart-agriculture/ru> (дата обращения: 02.12.2021);

27. Глобальный круговорот углерода [Электронный ресурс] // URL:<http://agrotehcnology.com/klassicheskaya/teoriya/globalnyy-krugovorot-ugleroda> (дата обращения: 07.12.2021)

28. Lugato, E., Leip, A. & Jones, A. Mitigation potential of soil carbon management overestimated by neglecting N<sub>2</sub>O emissions. *Nature Clim Change* 8, 219–223 (2018). [Электронный ресурс] // URL: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0087-z>;

29. This is a \$15 trillion opportunity for farmers to fight climate change [Сайт] // URL: <https://www.cnn.com/2019/06/11/this-is-a-15-trillion-opportunity-for-farmers-to-fight-climate-change.html> (дата обращения: 07.12.2021);

30. Lawrence, M.G., Schäfer, S., Muri, H. et al. Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris Agreement temperature goals. *Nat Commun* 9, 3734 (2018). [Электронный ресурс] // URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05938-3>;

31. The Institute for Carbon Removal Law and Policy is an initiative of American University's School of International Service [Сайт] // URL: <https://www.american.edu/sis/centers/carbon-removal/about.cfm> (дата обращения: 08.12.2021);

32. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации /Карбоновые полигоны/ [Сайт] // URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/poligony> (дата обращения: 08.12.2021);

33. Карбоновые полигоны Российской Федерации [Сайт] // URL: <https://carbon-polygons.ru> (дата обращения: 09.12.2021);

34. Arun Jyoti Nathab, Rattan Lala Ashesh, Kumar Dasb Нат Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Global Ecology and Conservation* Volume 3, January 2015, Pages 654-663 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989415000281?via%3Dihub>;

35. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России [Текст] : экспертный доклад / под ред. А. Ю. Иванова, Н. Д. Дурманова (рук-ли авт. кол.) ; М. П. Орлов, К. В. Пиксендеев, Ю. Е. Ровнов и др. ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. — 120 с.;

36. David Burton, How carbon farming can help solve climate change [Сайт] // URL: <http://theconversation.com/how-carbon-farming-can-help-solve-climate-change-86087> (дата обращения: 09.12.2021);

37. Реализация инициативы ЕС по углеродному сельскому хозяйству [Сайт] // URL: [https://ec.europa.eu/clima/news-your-voice/news/commission-sets-carbon-farming-initiative-motion-2021-04-27\\_en](https://ec.europa.eu/clima/news-your-voice/news/commission-sets-carbon-farming-initiative-motion-2021-04-27_en) (дата обращения: 10.12.2021);

38. Сайт проекта Terraton компании Indigo Agriculture Europe GmbH [Сайт] // URL: <https://www.indigoag.com/carbon/for-supporters> (дата обращения: 10.12.2021);

39. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги. Status Quo Report. Москва: Центр охраны дикой природы, 2013. 45 с.;

40. Dolman A. J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchepakova N., Chen T., van der Molen M. K., Belelli Marchesini L., Maximov T. C., Maksyutov S., Schulze E. D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia

using inventorybased, eddy covariance and inversion method // Biogeosciences. 2012. V. 9. P. 5323– 5340;

41. Назаренко А. Е., Красноярова Б. А. Стоимостная оценка экосистемных услуг по депонированию углерода экосистемами Алтайского края как составляющая перехода к устойчивому развитию Институт водных и экологических проблем СО РАН, Российская Федерация, г. Барнаул - Геополитика и экогеодинамика регионов, Том 4 (14). Вып. 3. 2018 г. С. 89–99.

42. Галкин Д. Г. Направления адаптации сельского хозяйства к последствиям глобальных климатических изменений / Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова, Том 18, № 2 (116), 2021;

43. Галкин Д.Г. Стратегия и тактика адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата: региональный аспект // [Электронный ресурс] URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_4.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_4.pdf) DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.004;

44. Золотов Д.В., Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Першин Д.К., Малыгина Н.С., Грибков А.В. Изменение землепользования в Алтайском крае: проблемы и перспективы достижения нейтрального баланса деградации земель / Аридные экосистемы, том 26, № 2 (83), 2020, с. 25-33;

45. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2020 г. N 1509 г. Москва «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения».

## Глоссарий

*Глоссарий составлен на основе глоссария МГЭИК, 2018 год: Приложение I: Глоссарий [Мэтьюз, Д.Б.Р. (ред.)]. Содержится в публикации: Глобальное потепление на 1,5 °С. Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °С выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте укрепления глобального реагирования на угрозу изменения климата, а также устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты [В. Массон-Дельмотт, П. Чжай, Г. О. Пёртнер, Д. Робертс, Д. Ски, П. Р. Шукла, А. Пирани, В. Муфума-Окия, К. Пеан, Р. Пидкок, С. Коннорс, Д.Б.Р. Мэтьюз, Я. Чжень, С. Чжоу, М.И. Гомис, Е. Лонной, Т. Мейкок, М. Тигнор и Т. Уотерфилд (ред.)].*

**Адаптация (Adaptation).** В антропогенных системах — процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям, с тем чтобы смягчить ущерб или воспользоваться выгодными возможностями. В естественных системах - процесс приспособления к существующему климату и его воздействиям; вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям.

**Альbedo (Albedo).** Доля солнечной радиации, отраженной поверхностью или предметом, часто выражаемая в процентах. Поверхности, покрытые снегом, характеризуются высоким альbedo; альbedo поверхности почв варьируются от высокого до низкого; и поверхности, покрытые растительностью, а также океаны, характеризуются низким альbedo. Планетарное альbedo Земли варьируется главным образом в результате изменения облачности и изменений снежного и ледяного покрова, листовой поверхности и растительного покрова.

**Антропогенные выбросы (Anthropogenic emissions).** Выбросы парниковых газов (ПГ), прекурсоров ПГ и аэрозолей, вызванные деятельностью человека. Эта деятельность включает сжигание ископаемых видов топлива, обезлесение, землепользование и изменения в землепользовании (ЗПИЗП), животноводство, внесение удобрений, удаление отходов и промышленные процессы.

**Антропогенные удаления (Anthropogenic removals).** Антропогенные удаления означают удаление ПГ из атмосферы в результате целевой деятельности человека. Они включают увеличение биологических поглотителей CO<sub>2</sub> и использование химической инженерии для обеспечения долгосрочного удаления, и хранения. Улавливание и хранение углерода (УХУ), выбрасываемого из промышленных и энергетических источников, которые сами по себе не удаляют CO<sub>2</sub>, содержащийся в атмосфере, могут сократить атмосферный CO<sub>2</sub>, если это сочетается с производством биоэнергии (БЭУХУ).

**Биомасса (Biomass).** Живой или недавно живший органический материал.

**Биоразнообразие (Biodiversity).** Биологическое разнообразие означает вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем (ООН, 1992 год).

**Биотопливо (Biofuel).** Топливо, как правило в жидком виде, получаемое из биомассы. Виды биотоплива включают в настоящее время биоэтанол, получаемый из тростникового сахара или маиса, биодизель, получаемый из канолы или сои, и деготь, образующийся в процессе производства бумаги.

**Биоуголь (Biochar).** Стабильный, богатый углеродом материал, получаемый путем нагрева биомассы в среде с ограниченным доступом кислорода. Уголь может добавляться в почвы для улучшения почвенных характеристик и для сокращения выбросов парниковых газов из биомассы и почв, а также для секвестрации углерода.

**Биоэнергия (Bioenergy).** Энергия, получаемая из биомассы в любом ее виде или ее побочных продуктов метаболизма.

**Биоэнергия и улавливание и хранение двуокиси углерода (БЭУХУ) (Bioenergy with carbon dioxide capture and storage (BECCS)).** Технология улавливания и хранения двуокиси углерода (УХУ), применяемая в связи с биоэнергетическим комплексом. Следует отметить, что в зависимости от общего объема выбросов в цепочке обеспечения БЭУХУ, двуокись углерода (CO<sub>2</sub>) может удаляться из атмосферы.

**Геоинжиниринг (Geoengineering).** В настоящем докладе отдельно анализируются два основных подхода, рассматриваемых в качестве «геоинжиниринга» в некоторых литературных источниках: регулирование солнечной радиации (РСР) и удаление двуокиси углерода.

**Глобальное потепление (Global warming).** Расчетное повышение глобальной средней приземной температуры (ГСПТ), усредненное за 30-летний период, или за 30-летний период, сосредоточенный на конкретном году или десятилетии, выраженное относительно доиндустриальных уровней, если не указано иное. Для 30-летних периодов, которые охватывают прошлые и будущие года, текущая многодесятилетняя тенденция потепления, как предполагается, будет продолжаться.

**Голубой углерод (Blue carbon).** Голубой углерод - это углерод, улавливаемый живыми организмами в прибрежных (например, мангровые леса, соленые болота, морские травы) и морских экосистемах, и сохраняемый в биомассе и наносах.

**Декарбонизация (Decarbonization).** Процесс, посредством которого страны, отдельные лица или другие субъекты стремятся достичь нулевого уровня имеющегося ископаемого углерода. Как правило, это означает сокращение выбросов углерода, связанных с электроэнергией, промышленностью и транспортом.

**Закись азота (N<sub>2</sub>O) (Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)).** Один из шести парниковых газов (ПГ), выбросы которых подлежат сокращению в соответствии с Киотским протоколом. Главным антропогенным источником N<sub>2</sub>O является сельское хозяйство (почва и уборка, хранение и использование навоза), но важная доля приходится также на очистку сточных вод, сжигание ископаемых видов топлива и химические промышленные процессы. N<sub>2</sub>O образуется также естественным образом из широкого спектра биологических источников в почве и воде, особенно в результате действия микроорганизмов во влажных тропических лесах.

**Засуха (Drought).** Период аномально сухой погоды, достаточно длительный для того, чтобы вызвать серьезный гидрологический дисбаланс. Засуха — это относительный термин, и поэтому при любом обсуждении с точки зрения дефицита осадков необходимо указывать конкретный обсуждаемый вид деятельности, связанной с осадками. Например, нехватка осадков в вегетационный период ухудшает урожайность сельскохозяйственных культур или функционирование экосистемы в целом (в результате засухи, влияющей на почвенную влагу, именуемой также сельскохозяйственной засухой), а в период речного стока и фильтрации стока сказывается в первую очередь на водоснабжении (гидрологическая засуха). На изменения запасов почвенной влаги и подземных вод также влияет усиление фактической эвапотранспирации в сочетании с сокращением объема осадков. Период аномального дефицита осадков определяется как метеорологическая засуха.

**Зеленая инфраструктура (Green infrastructure).** Взаимосвязанный набор естественных и созданных экологических систем, зеленых насаждений и других элементов ландшафта. Он включает в себя посаженные деревья и деревья местных пород, водно-болотные угодья, парки, открытые зеленые насаждения и оригинальные пастбища и леса, а также возможное проектирование зданий и улиц, которое включают наличие растительности. Зеленая инфраструктура обеспечивает обслуживание и функции так же, как и обычная инфраструктура.

**Землепользование (Land use).** Землепользование означает совокупность мероприятий, видов деятельности и вкладываемых ресурсов в пределах данного вида растительного покрова (комплекс работ, выполняемых людьми). Термин «землепользование» также используется в смысле социально-экономических задач, для решения которых осуществляется управление

землей (например, организация пастбищного хозяйства, заготовка лесоматериалов, охрана природы и городская застройка). В национальных кадастрах парниковых газов землепользование классифицируется в соответствии с категориями землепользования МГЭИК: лесные угодья, пахотные земли, пастбища, водно-болотные угодья, поселения, другие категории.

**Изменение климата (Climate change).** Изменение климата означает изменение состояния климата, которое может быть определено (например, с помощью статистических тестов) через изменения в средних значениях и/или изменчивости его параметров и которое сохраняется в течение длительного периода, обычно десятилетий или больше. Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, такими как модуляции солнечных циклов, извержения вулканов и продолжительные антропогенные изменения в составе атмосферы или в землепользовании. Следует иметь в виду, что Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИКООН) в своей статье 1 определяет изменение климата следующим образом: «... изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени». Таким образом, РКИКООН проводит различие между изменением климата, обусловленным деятельностью человека, изменяющей состав атмосферы, и изменчивостью климата, обусловленной естественными причинами.

**Изменения в землепользовании (ИЗ) (Land-use change (LUC)).** Изменения в землепользовании связаны с изменением одной категории землепользования на другую.

**Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (ЗИЗЛХ).** В контексте национальных кадастров парниковых газов (ПГ), согласно положениям РКИКООН, ЗИЗЛХ представляет собой сектор кадастров ПГ, который охватывает антропогенные выбросы и удаление ПГ из углеродных пулов на управляемых землях, за исключением сельскохозяйственных выбросов, не связанных с CO<sub>2</sub>. В соответствии с Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года «антропогенные» потоки ПГ, связанные с землей, определяются как все потоки, происходящие на «управляемых землях», т. е. «где антропогенные виды вмешательства и практики применялись для выполнения производственных, экологических или социальных функций». Поскольку понятие «управляемые земли» может включать удаления выбросов CO<sub>2</sub>, которые не считаются «антропогенными» в определенной части научной литературы, проанализированной в настоящем докладе (например, удаления, связанные с удержанием CO<sub>2</sub> и осаждением N), оценки связанных с землей чистых выбросов CO<sub>2</sub>, включенные в настоящий доклад, не обязательно

являются непосредственно сопоставимыми с оценками ЗИЗЛХ, фигурирующими в национальных кадастрах ПГ.

**Климатическая модель (Climate model).** Численное представление климатической системы на основе физических, химических и биологических характеристик ее компонентов, их взаимодействий и процессов обратной связи, учитывающее при этом некоторые из ее известных характеристик. Климатическая система может быть представлена с помощью моделей различной сложности, т. е. для каждого из компонентов или комбинации компонентов можно найти спектр или иерархию моделей, отличающихся по таким аспектам, как число пространственных параметров, степень точности описания физических, химических и биологических процессов, или уровень эмпирических параметризаций. Происходит эволюция в направлении более сложных моделей с использованием интерактивной химии и биологии. Климатические модели применяются в качестве инструмента исследования и моделирования климата, а также для оперативных целей, в том числе для месячных, сезонных и межгодовых предсказаний климата.

**Климатически оптимизированное сельское хозяйство (КОСХ) (Climatesmart agriculture (CSA)).** Климатически оптимизированное сельское хозяйство (КОСХ) - это подход, помогающий ориентировать действия, необходимые для преобразования и переориентации сельскохозяйственных систем в целях эффективной поддержки развития и обеспечения продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата. Основными задачами КОСХ являются: устойчивое повышение продуктивности и доходности сельского хозяйства; адаптация и повышение устойчивости к изменению климата; а также сокращение и/или прекращение выбросов парниковых газов, где это возможно (ФАО, 2018 год).

**Конференция Сторон (КС) (Conference of the Parties (COP)).** Высший орган конвенций ООН, таких как Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН), состоящий из Сторон с правом голоса, которые ратифицировали конвенцию или присоединились к ней.

**Лес (Forest).** Тип растительности, в котором преобладают деревья. Во всем мире используются многочисленные определения термина «лес», отражающие широкое разнообразие биогеофизических условий, социальной структуры и экономики. Обсуждение термина «лес» и связанных с ним терминов, таких как облесение, лесовозобновление и обезлесение,

**Лесовозобновление (Reforestation).** Насаждение лесов на землях, ранее находившихся под лесами, но преобразованных для использования в иных целях.

**Меры по смягчению воздействий на изменение климата (Mitigation measures).** В климатической политике меры по смягчению воздействий на изменение климата - это технологии, процессы или практики, которые способствуют смягчению воздействий на изменение климата, например, технологии возобновляемых источников энергии (ВИЭ), процессы минимизации отходов, практики использования общественного транспорта для пригородного сообщения.

**Метан (CH<sub>4</sub>) (Methane (CH<sub>4</sub>)).** Один из шести парниковых газов (ПГ), выбросы которых подлежат сокращению согласно Киотскому протоколу, а также основной компонент природного газа, связанный со всеми видами углеродного топлива. Значительное количество выбросов является результатом животноводства и сельскохозяйственной деятельности, и управление ими представляет собой основной вариант смягчения воздействий на изменение климата.

**Механизм чистого развития (МЧР) (Clean Development Mechanism (CDM)).** Механизм, определение которого дано в статье 12 Киотского протокола и посредством которого инвесторы (правительства и компании) из развитых (включенных в Приложение В) стран могут финансировать проекты по сокращению или удалению выбросов парниковых газов в развивающихся (не включенных в Приложение В) странах и получать единицы сертифицированных сокращений выбросов (ССВ) за то, что они делают это. ССВ могут засчитываться в качестве выполнения обязательств соответствующих развитых стран. МЧР предназначен для содействия достижению двух целей, а именно поощрение устойчивого развития (УР) в развивающихся странах и оказание помощи промышленно развитым странам в выполнении их обязательств по выбросам экономически эффективным образом.

**Обезлесение (Deforestation).** Превращение леса в нелесные угодья.

**Облесение (Afforestation).** Посадка новых лесов на землях, на которых ранее не было лесов.

**Опасное явление (Hazard).** Возможное возникновение естественного или вызванного деятельностью человека физического явления или тренда, или же физического воздействия, которые могут стать причиной гибели людей, нанесения телесных повреждений или других последствий для здоровья, а также причиной причинения ущерба, утраты имущества, средств к существованию, систем предоставления услуг и экологических ресурсов.

**Отрицательные выбросы (Negative emissions).** Удаление парниковых газов (ПГ) из атмосферы в результате преднамеренной деятельности человека, т. е. в дополнение к удалению, которое будет происходить благодаря естественным процессам углеродного цикла.

**Парижское соглашение (Paris Agreement).** Парижское соглашение, заключенное в соответствии с Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН), было принято в декабре 2015 года в Париже, Франция, на двадцать первой сессии Конференции Сторон (КС) РКИКООН. Это соглашение, принятое 196 Сторонами РКИКООН, вступило в силу 4 ноября 2016 года. Одной из целей Парижского соглашения является «удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2 °C сверх доиндустриальных уровней и продолжение усилий по ограничению роста температуры до 1,5 °C сверх доиндустриальных уровней», при этом признается, что это позволит значительно снизить риски и воздействия изменения климата. Помимо этого, Соглашение направлено на укрепление способности стран бороться с воздействиями изменения климата. Предполагается, что Парижское соглашение полностью вступит в силу в 2020 году.

**Парниковый газ (ПГ) (Greenhouse gas (GHG)).** К парниковым газам относятся те газовые составляющие атмосферы, как естественные, так и антропогенные, которые поглощают и излучают радиацию с определенной длиной волны в диапазоне земной радиации, испускаемой поверхностью Земли, самой атмосферой и облаками. Это свойство порождает парниковый эффект. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются водяной пар (H<sub>2</sub>O), двуокись углерода (CO<sub>2</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), метан (CH<sub>4</sub>) и озон (O<sub>3</sub>). Кроме того, в атмосфере содержится еще целый ряд парниковых газов полностью антропогенного происхождения, таких как галоидоуглеводороды и другие хлор- и бромсодержащие вещества, подпадающие под действие Монреального протокола. Помимо CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O и CH<sub>4</sub> под действие Киотского протокола подпадают такие парниковые газы, как гексафторид серы (SF<sub>6</sub>), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

**Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (2030 Agenda for Sustainable Development).** Резолюция ООН (сентябрь 2015 года), в которой был принят план действий для людей, планеты и процветания на новой глобальной рамочной основе развития, изложенной в 17 Целях в области устойчивого развития (ООН, 2015 год).

**Поглотитель (Sink).** Накопитель (естественный или антропогенный, находящийся в почве, океане и растениях), в котором хранятся парниковый газ, аэрозоль или прекурсор парникового газа. Следует отметить, что в

соответствии с пунктом 8 статьи 1 РКИКООН «поглотитель» означает любой процесс, вид деятельности или механизм, который абсорбирует парниковый газ, аэрозоль или прекурсор парникового газа из атмосферы.

**Почвенная влага (Soil moisture).** Вода, которая содержится в почве в жидком или замерзшем состоянии. Почвенная влага корневой зоны является наиболее актуальной для жизнедеятельности растений.

**Прекурсоры (Precursors).** Атмосферные соединения, которые не являются парниковыми газами (ПГ) или аэрозолями, но которые воздействуют на концентрации ПГ или эрозоль, участвуя в физических или химических процессах, регулирующих скорость их образования или разложения.

**Продовольственная безопасность (Food security).** Сложившаяся ситуация, когда все люди в любое время имеют физический, социальный и экономический доступ к достаточному, безопасному и питательному продовольствию, которое отвечает их потребностям в рационе и пищевым предпочтениям и способствует активной и здоровой жизни (ФАО, 2001 год).

**Радиационное воздействие (Radiative forcing).** Радиационное воздействие - это изменение чистого (нисходящего за вычетом восходящего) потока излучения (выражается в Вт·м.кв.) в тропопаузе или на верхней границе атмосферы вследствие изменения внешнего фактора изменения климата, например, вследствие изменения концентрации двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) или исходящего потока энергии Солнца.

**Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН) (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)).** РКИКООН была принята в мае 1992 года и открыта для подписания в ходе Встречи на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Она вступила в силу в марте 1994 года и на май 1994 года насчитывала 197 Сторон (196 государств и Европейский союз). Конечная цель Конвенции заключается в «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Положения конвенции осуществляются на основе двух договоров: Киотского протокола и Парижского соглашения.

**Рациональное сельское хозяйство (Conservation agriculture).** Согласованная группа агрономических практик и практик обработки почв, которые уменьшают возможность нарушения структуры почвы и биоты.

**Секвестрация почвенного углерода (СПУ) (Soil carbon sequestration (SCS)).** Изменения в землепользовании, которые приводят к увеличению

содержания органического углерода в почве, результатом чего является чистое удаление CO<sub>2</sub> из атмосферы.

**Секвестрация углерода (Carbon sequestration).** Процесс хранения углерода в пуле углерода.

**Смягчение воздействия (изменения климата) (Mitigation (of climate change)).** Вмешательство человека в целях сокращения выбросов или расширения поглотителей парниковых газов.

**Совместимое с климатом развитие (СКР) (Climate-compatible development (CCD)).** Форма развития на основе климатических стратегий, которые охватывают цели и стратегии развития, объединяющие управление климатическими рисками, адаптацию и смягчение воздействий на изменение климата.

**Совместное выполнение обязательств (также означает совместное осуществление усилий) (Burden sharing (also referred to as Effort sharing)).** В контексте смягчения воздействий на изменение климата совместное выполнение обязательств означает совместные усилия по уменьшению числа источников или увеличению числа поглотителей парниковых газов (ПГ) по сравнению с историческими или прогнозируемыми уровнями, обычно устанавливаемыми по определенным критериям, а также разделение бремени расходов между странами.

**Сокращение выбросов в результате обезлесения и деградации лесов (СВОД+) (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+)).** Попытка установления финансовой стоимости углерода, хранящегося в лесах, с тем чтобы создать стимулы для развивающихся стран с целью сокращения выбросов из покрытых лесами земель и инвестирования в низкоуглеродные варианты устойчивого развития (УР). Таким образом, это является механизмом для смягчения воздействий на изменение климата, являющегося результатом работы по предотвращению обезлесивания. СВОД+ выходит за пределы обезлесения и деградации лесов и включает задачу, связанную с сохранением лесов, их устойчивым управлением и увеличением накоплений углерода в лесных массивах. Впервые эта концепция была представлена в 2005 году на одиннадцатой сессии Конференции Сторон (КС) в Монреале и впоследствии получила более широкое признание на тринадцатой сессии КС в 2007 году на Бали, а также в результате включения в Балийский план действий, в котором содержался призыв рассматривать «политические подходы и позитивные стимулы в отношении вопросов, связанных с сокращением выбросов в результате обезлесения и деградации лесов (СВОД) в развивающихся странах, и роли сохранения и устойчивого использования лесов и увеличения поглощения углерода лесами в

развивающихся странах». С тех пор поддержка СВОД стала более широкой и постепенно она стала основой для действий, поддерживаемых рядом стран.

**Сопутствующие выгоды (Co-benefits).** Позитивные воздействия, которые определенная политика или мера, направленная на достижение одной цели, могла бы оказать на достижение других целей, увеличивая таким образом общие выгоды для общества или окружающей среды. Сопутствующие выгоды часто являются предметом неопределенности и зависят, среди прочих факторов, от местных обстоятельств и практик осуществления. Сопутствующие выгоды также именуется дополнительными выгодами.

**Стихийное бедствие (Disaster).** Резкие изменения в нормальном функционировании каких-либо сообществ или общества, вызванные опасными физическими явлениями и происходящие при наличии уязвимых социальных условий, ведущие к широко распространенным неблагоприятным последствиям для населения, неблагоприятным материальным, экономическим или экологическим последствиям, которые требуют безотлагательных чрезвычайных мер реагирования для удовлетворения жизненно важных человеческих потребностей и которые могут потребовать оказания внешней помощи для целей восстановления.

**Сценарий смягчения воздействий на изменение климата (Mitigation scenario).** Правдоподобное описание будущего с изложением того, как (изучаемая) система реагирует на осуществление политики и мер по смягчению воздействий.

**Торговля выбросами (Emissions trading).** Рыночный механизм, предназначенный для эффективного достижения цели смягчения воздействий на изменения климата. Лимит на выбросы ПГ подразделяется на разрешения на торговлю выбросами, которые предоставляются посредством сочетания аукционов и выдачи бесплатных разрешений субъектам, находящимся в юрисдикции торговой системы. Этим субъектам необходимо передавать разрешения на выбросы, равнозначные объему их выбросов (например, тонны CO<sub>2</sub>). Субъект может продавать излишние разрешения субъектам, которые могут предотвратить такой же объем выбросов более дешевым способом. Схемы торговли могут создаваться внутри компании, на национальном или международном уровнях (например, гибкие механизмы согласно Киотскому протоколу и СТВ-ЕС) и могут применяться к двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>), другим парниковым газам (ПГ) или другим веществам.

**Углеродный бюджет (Carbon budget).** Под этим термином в литературе понимаются три концепции: 1) оценка источников и поглотителей углеродного цикла на глобальном уровне путем обобщения доказательств выбросов ископаемого топлива и цемента, выбросов в результате изменений в землепользовании, данных о поглотителях CO<sub>2</sub> в океане и на суше и

связанных с ними темпах роста атмосферного CO<sub>2</sub>. Это называется глобальным углеродным бюджетом; 2) расчетный совокупный объем глобальных выбросов двуокиси углерода, который, согласно оценкам, ограничит глобальную температуру поверхности до заданного уровня сверх базового периода, учитывая при этом вклады других ПГ и климатических загрязнителей в глобальную приземную температуру; 3) распределение углеродного бюджета, определенное в пункте 2 на региональном, национальном или субнациональном уровнях на основе таких факторов, как справедливость, расходы или эффективность.

**Углеродный цикл (Carbon cycle).** Данный термин используется для описания потока углерода (в различных формах, например, в виде двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>), углерода в биомассе и углерода, растворенного в океане в качестве карбоната и бикарбоната) через атмосферу, гидросферу, земную и морскую биосферу и литосферу. В настоящем докладе эталонной единицей для глобального углеродного цикла является ГтCO<sub>2</sub> или ГтУ (гигатонна углерода = 1 ГтУ = 10<sup>15</sup> грамм углерода). Это соответствует 3,667 ГтCO<sub>2</sub>).

**Углеродоемкость (Carbon intensity).** Объем выбросов двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) на единицу другой переменной величины, такой как валовый внутренний продукт (ВВП), использование конечной энергии или транспорт.

**Удаление двуокиси углерода (УДУ) (Carbon dioxide removal (CDR)).** Антропогенная деятельность по удалению CO<sub>2</sub> из атмосферы и ее долговременному хранению в геологических, наземных или океанических резервуарах, или в продуктах. Она включает существующее и потенциальное антропогенное усиление биологических или геохимических поглотителей и прямое улавливание из воздуха и хранение, но исключает естественное поглощение CO<sub>2</sub>, не вызванное непосредственно деятельностью человека.

**Удаление парниковых газов (УПГ) (Greenhouse gas removal (GGR)).** Удаление ПГ и/или прекурсора из атмосферы при помощи поглотителя.

**Удобрение океана (Ocean fertilization).** Преднамеренное увеличение поступлений питательных веществ в приповерхностный слой океана с целью увеличения биологического производства, благодаря которому происходит поглощение дополнительной двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) из атмосферы. Это может быть достигнуто путем добавления питательных микро- и макроэлементов. Процесс удобрения океана регулируется Лондонским протоколом.

**Улавливание и утилизация двуокиси углерода (УУУ) (Carbon dioxide capture and utilisation (CCU)).** Процесс, в ходе которого CO<sub>2</sub> улавливается и затем используется для производства нового продукта. Если CO<sub>2</sub> хранится в продукте в течение соответствующего климату периода времени, то это

называется улавливанием, утилизацией и хранением двуокиси углерода (УУХУ). Только после этого и только в сочетании с недавно удаленным из атмосферы CO<sub>2</sub> УУХУ может привести к удалению двуокиси углерода. УУУ иногда называют улавливанием и использованием двуокиси углерода.

**Улавливание и хранение двуокиси углерода (УХУ) (Carbon dioxide capture and storage (CCS)).** Процесс, в ходе которого относительно чистый поток двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) из промышленных и энергетических источников отделяется (улавливается), подвергается обработке, сжатию и транспортировке в место хранения для долговременной изоляции от атмосферы. Иногда этот процесс называется «улавливанием и хранением углерода».

**Адаптивное управление.** Новый термин в литературе для эволюции формальных и неформальных институтов управления, которые уделяют приоритетное внимание социальному обучению при планировании, осуществлении и оценке политики посредством итеративного социального обучения для управления использованием и защитой природных ресурсов, экосистемных услуг и общих природных ресурсов, особенно в ситуациях сложности и неопределенности.

**Управлением климатом.** Целевые механизмы и меры, предназначенные для управления общественными системами в целях предотвращения и уменьшения рисков или адаптации к рискам, возникающим в результате изменения климата (Jagers and Stripple, 2003).

**Устойчивое развитие (УР) (Sustainable development (SD)).** Развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (ВКОСР, 1987 год) и обеспечивающее баланс между социальными, экономическими и природоохранными озабоченностями.

**Целевой климатический показатель (Climate target)** Целевой климатический показатель означает предельную температуру, уровень концентрации или цель сокращения выбросов, используемые с целью предотвращения опасного антропологического вмешательства в климатическую систему. Например, национальные целевые показатели по климату могут быть направлены на сокращение выбросов парниковых газов в определенном объеме за данный период времени, например, в соответствии с Киотским протоколом.

**Цели в области устойчивого развития (ЦУР) (Sustainable Development Goals (SDGs)).** Семнадцать глобальных целей в области развития для всех стран, установленные Организацией Объединенных Наций в ходе процесса на основе участия и изложенные в Повестке дня в области устойчивого развития

на период до 2030 года, включая искоренение нищеты и голода; обеспечение здравоохранения и благосостояния, образования, гендерного равенства, чистой воды и энергии, а также достойной работы; создание и обеспечение жизнеспособной и устойчивой инфраструктуры, городов и системы потребления; уменьшение неравенства, защиту земельных и водных экосистем; содействие укреплению мира, справедливости и партнерств; принятие срочных мер, связанных с изменением климата. См. также Устойчивое развитие (УР).

**Цена углерода (Carbon price).** Цена за предотвращение выбросов или выбросы двуокси углерода (CO<sub>2</sub>) или выбросы CO<sub>2</sub>-эквивалента. Это может означать ставку налога на углерод или цену разрешений на выбросы. Во многих моделях, используемых для оценки

экономических расходов на смягчение воздействий на изменение климата, цены на углерод используются в качестве критерия для представления уровня усилий, связанных с программами по смягчению воздействий на изменение климата.

**Черный углерод (ЧУ) (Black carbon (BC)).** Виды аэрозоля, оперативно определяемые на основе изменения коэффициента поглощения света и химической активности и/или температурной устойчивости. Иногда называется сажей. ЧУ образуется главным образом в результате неполного сгорания ископаемых видов топлива, биотоплива и биомассы, но также он образуется естественным образом. Он сохраняется в атмосфере только в течение дней или недель. Он является самым сильным поглощающим свет компонентом твердых частиц (ТЧ) и вызывает эффект потепления в результате поглощения тепла в атмосфере и уменьшения альбеда в случае его отложения на льду или снегу.

**Чистые нулевые выбросы CO<sub>2</sub> (Net zero CO<sub>2</sub> emissions).** Чистые нулевые выбросы двуокси углерода (CO<sub>2</sub>) достигаются, когда антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> уравниваются глобально антропогенными удалениями CO<sub>2</sub> в определенный период. Чистые нулевые выбросы CO<sub>2</sub> также называются углеродной нейтральностью.

**Чистые отрицательные выбросы (Net negative emissions).** Ситуация чистых отрицательных выбросов возникает в тех случаях, когда в результате деятельности человека из атмосферы удаляется больше парниковых газов, чем выбрасывается в нее. Когда речь идет о нескольких парниковых газах, количественная оценка отрицательных выбросов зависит от климатических метрических показателей, выбранных для сравнения выбросов разных газов (таких как потенциал глобального потепления, потенциал изменения глобальной температуры и других показателей, а также выбранного периода времени).

**Чувствительность климата (Climate sensitivity).** Чувствительность климата означает изменение средней годовой глобальной приземной температуры в ответ на изменение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере или другие виды радиационного воздействия.

**Экосистема (Ecosystem).** Экосистема - это функциональная единица, состоящая из живых организмов, их неживой окружающей среды, а также взаимодействий внутри них и между ними. Компоненты, включаемые в данную экосистему, и ее пространственные границы зависят от той цели, для которой выделяется данная экосистема. В некоторых случаях они являются относительно ярко выраженными, а в других весьма расплывчатыми. Границы экосистемы могут со временем меняться. Экосистемы расположены внутри других экосистем, и их масштабы могут находиться в пределах от весьма незначительных до всей биосферы. В настоящее время в большинстве экосистем люди либо фигурируют в качестве ключевых организмов, либо эти экосистемы находятся под воздействием результатов деятельности человека, происходящей в их окружающей среде.

**Экосистемные услуги (Ecosystem services).** Экологические процессы или функции, имеющие ценность в денежном или не денежном выражении для отдельных лиц или общества в целом. Их часто классифицируют следующим образом: 1) услуги по поддержанию, такие как поддержание продуктивности или биоразнообразия; 2) снабженческие услуги, такие как поставка продовольствия или клетчатки; 3) регуляционные услуги, такие как регулирование климата или секвестрация углерода; 4) культурные услуги, такие как туризм или духовно-эстетическое восприятие.

**Экстремальное метеорологическое явление (Extreme weather event).** Экстремальное метеорологическое явление представляет собой явление, которое редко наблюдается в конкретном месте и в конкретное время года. Определений понятия «редко» множество, однако экстремальное метеорологическое явление обычно считается экстремальным, если наблюдается столь же редко или еще реже, чем 10-й или 90-й перцентиль функции распределения вероятности, оцениваемой по данным наблюдений. По определению, характеристики того, что называют экстремальной погодой, в абсолютном смысле могут варьироваться в зависимости от того или иного места. Если режим экстремальной погоды сохраняется некоторое время, например, в течение сезона, то его можно классифицировать как экстремальное климатическое явление, особенно если он приводит в среднем или в целом к явлению, которое само по себе является экстремальным (например, засуха или сильные дожди в течение сезона).

**Энергетическая безопасность (Energy security).** Цель данной страны или глобального сообщества в целом поддерживать адекватное, стабильное и предсказуемое энергоснабжение. Меры включают обеспечение достаточности

энергетических ресурсов для удовлетворения национального спроса на энергию по конкурентоспособным и стабильным ценам и нормальное функционирование энергоснабжения; создание возможностей для разработки и внедрения технологий; создание достаточной инфраструктуры для производства, хранения и передачи энергии и обеспечение подлежащих исполнению контрактов на поставку.

**Обзор проектов совместного осуществления (СО, в классификации РКИК ООН) зарегистрированных в европейском реестре с целью ввода в обращение, передачи и/или приобретения единиц сокращения выбросов (ЕСВ) за период 2008-2012 гг.**

ID проекта ITL	Заголовок	Последнее обновление
В ходе выполнения	<u>Внедрение парогазовой установки на Новгородской ТЭЦ ОАО «ТГК-2», Россия.</u>	28 июнь 12
В ходе выполнения	<u>Замена топлива на Южно-Сахалинской ТЭЦ (ТЭЦ-1)</u>	15 ноябрь 12
В ходе выполнения	<u>Мероприятия по повышению энергоэффективности за счет модернизации чугунного производства на ОАО «Тулачермет», Тула, Россия</u>	10 июль 12
В ходе выполнения	<u>Реализация комплекса энергосберегающих мероприятий на ОАО «Казаньоргсинтез».</u>	08 ноябрь 12
RU1000200	<u>Проект по добыче и утилизации попутного нефтяного газа Еты-Пуровского месторождения</u>	15 декабря 10
RU1000201	<u>Совместное разрушение HFC23 и SF6 на заводе КСКК Polimer</u>	17 декабря 10
RU1000202	<u>Уничтожение ГФУ-23 на ОАО, Галоген, Пермь</u>	17 декабря 10
RU1000227	<u>Модернизация испарительной системы в Филиале ОАО «Группа» Илим »в г. Коряжма</u>	07 март 11
RU1000228	<u>Внедрение электродугового производства стали на Магнитогорском металлургическом комбинате</u>	10 октября 11
RU1000229	<u>Добыча попутного нефтяного газа на Харампурских месторождениях ОАО «НК» Роснефть »</u>	09 март 11
RU1000230	<u>Проект по добыче попутного газа на Комсомольском нефтяном месторождении</u>	31 июль 13
RU1000231	<u>Снижение выбросов перфторуглеродов на Красноярском алюминиевом заводе РУСАЛ</u>	07 октябрь 11
RU1000232	<u>Монтаж ПГУ-400 на Шатурской ТЭЦ, ОГК-4, Московская область, Россия, Путь 1</u>	10 марта 11
RU1000233	<u>Энергия из отходов биомассы в Филиале ОАО «Группа Илим» в г. Братске.</u>	10 марта 11

RU1000237	<u>Сбор и сжигание свалочного газа на полигоне твердых бытовых отходов «Широкореченский», Екатеринбург, Российская Федерация</u>	17 марта 11
RU1000238	<u>Реконструкция сталеплавильного производства на ОАО «Ашинский металлургический завод», г. Аша, Российская Федерация.</u>	17 марта 11
RU1000239	<u>Сбор газа SNG</u>	17 марта 11
RU1000240	<u>Модернизация технологических трубчатых печей на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», г. Пермь, Российская Федерация.</u>	17 марта 11
RU1000261	<u>Переход с угля на древесные отходы в г. Онега</u>	29 апреля 11
RU1000263	<u>«Реализация проектов повышения энергоэффективности на ОАО« Новолипецкий металлургический комбинат », Липецкая область, Россия»</u>	30 мая 11
RU1000268	<u>Утилизация биомассы на ОАО «Сегежский ЦБК»</u>	30 мая 11
RU1000270	<u>Использование древесных отходов в энергетике в Североонежске Архангельской области</u>	30 мая 11
RU1000276	<u>Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) на Сергинском нефтяном месторождении</u>	30 ноябрь 11
RU1000277	<u>Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) на Восточно-Перевальном месторождении.</u>	30 ноябрь 11
RU1000278	<u>Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) Средне-Хулымского нефтяного месторождения</u>	30 ноябрь 11
RU1000281	<u>Модернизация производства стали на Северском трубном заводе, Свердловская область, Россия</u>	29 апреля 11
RU1000282	<u>Внедрение ресурсосберегающих технологий на ОАО «Уральская Сталь», г. Новотроицк, Россия.</u>	24 июнь 11
RU1000300	<u>Реконструкция доменных печей №5 и №6 ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат».</u>	30 мая 11
RU1000302	<u>Утилизация ШИМ на угольных разрезах ОАО «СУЭК-Кузбасс».</u>	26 октября 11
RU1000304	<u>Южно-Балыкский проект по добыче попутного газа</u>	16 декабря 11
RU1000306	<u>Повышение эффективности использования водных ресурсов на Братской ГЭС, Иркутская область, Российская Федерация</u>	18 январь 12
RU1000309	<u>Уничтожение SF6 на ОАО «Галополимер Пермь»</u>	22 марта 12

RU1000310	<u>Строительство газотурбинных электростанций для утилизации попутного нефтяного газа на тринадцати месторождениях, разрабатываемых ОАО «Сургутнефтегаз» в Ханты-Мансийском автономном округе, Российская Федерация.</u>	06 март 12
RU1000311	<u>Строительство и внедрение литейно-прокатного комплекса по производству горячекатаного плоского проката в Выксунском районе Нижегородской области, Российская Федерация.</u>	29 марта 12
RU1000318	<u>Реализация мероприятий по энергоэффективности на ОАО «Челябинский электрометаллургический завод».</u>	03 апрель 12
RU1000319	<u>Добыча попутного нефтяного газа на Приобском месторождении ПАО «НК» Роснефть »</u>	03 апрель 12
RU1000322	<u>Замена топлива на Архангельской и Северодвинской ТЭЦ ОАО «Территориальная генерирующая компания №2», Российская Федерация.</u>	30 марта 12
RU1000323	<u>Утилизация попутного нефтяного газа (ПНГ) Сугмутского месторождения ОАО «Газпромнефть - Ноябрьскнефтегаз» с учетом эффективного использования ПНГ Романовского месторождения.</u>	27 марта 12
RU1000324	<u>Утилизация попутного нефтяного газа Ярайнерского месторождения ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз»</u>	27 марта 12
RU1000325	<u>Снижение объемов сжигания попутного нефтяного газа и выработка электроэнергии на Хасырейском месторождении</u>	20 апреля 12
RU1000332	<u>Строительство кулачковой печи на ОАО «Северсталь», г. Череповец, Вологодская область, Российская Федерация</u>	15 мая 12
RU1000333	<u>Мероприятия по энергоэффективности на ОАО «Мордовцемент» г. Комсомольский, Республика Мордовия, Российская Федерация</u>	15 мая 12
RU1000334	<u>Внедрение современных технологий агломерационного производства и загрузки доменных печей на ОАО «ММК».</u>	26 марта 12
RU1000335	<u>Производство непрерывнолитых слябовых стальных заготовок электродуговым способом на ОАО «ММК».</u>	26 марта 12
RU1000336	<u>Модернизация энергогенерирующих мощностей ОАО «Соломбальский ЦБК» с целью снижения потребления ископаемого топлива, Архангельск, Российская Федерация »</u>	20 апреля 12

RU1000338	<u>Техническое перевооружение Тюменской ТЭЦ-1 с вводом парогазовой установки.</u>	14 марта 12
RU1000339	<u>Повышение энергоэффективности при модернизации производства стали на ОАО «Северсталь», г. Череповец, Россия. Расширяется производство чугуна.</u>	05 июнь 12
RU1000340	<u>Установка трех газовых турбин типа SGT-800 на ГТЭС «Коломенское», Москва, Российская Федерация (например, установка трех парогазовых турбин SGT-800 на ГТЭС «Коломенское», Москва, Российская Федерация.)</u>	06 июнь 12
RU1000343	<u>Утилизация попутного нефтяного газа Верхнекамских месторождений, ООО «Пермнефтегазпереработка», Пермь, Российская Федерация</u>	03 мая 12
RU1000344	<u>Реконструкция Первомайской ТЭЦ-14 с установкой парогазовых установок.</u>	26 апреля 12
RU1000345	<u>Реконструкция Южной ТЭЦ-22 Санкт-Петербурга. Строительство энергоблока №4</u>	26 апреля 12
RU1000347	<u>Строительство электродугового цеха с выводом из эксплуатации мартеновского производства на ОАО «НСММЗ», г. Ревда, Россия.</u>	06 июня 12
RU1000349	<u>Модернизация производства на ОАО «Амурметалл», г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край, Российская Федерация</u>	15 мая 12
RU1000351	<u>Снижение выбросов ПФУ на Иркутском алюминиевом заводе</u>	28 июня 12
RU1000352	<u>Снижение выбросов ПФУ на РУСАЛе Братский алюминиевый завод</u>	28 июня 12
RU1000353	<u>Утилизация попутного нефтяного газа на месторождениях компаний Группы ТНК-ВР, Западная Сибирь</u>	28 июня 12
RU1000354	<u>Сбор попутного нефтяного газа на Хохряковском месторождении.</u>	28 июня 12
RU1000355	<u>Снижение выбросов ПФУ на Саяногорском алюминиевом заводе РУСАЛ</u>	28 июня 12
RU1000356	<u>Мероприятия по энергоэффективности на ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова» Компания УГМК</u>	27 июня 12
RU1000357	<u>Снижение выбросов ПФУ на Новокузнецком алюминиевом заводе РУСАЛ</u>	28 июня 12

RU1000358	<u>«Установка многотопливного котла на ЗАО« Интернэшнл Пейпер »(бывший Светогорский ЦБК) для утилизации отходов биомассы и выработки энергии для собственных нужд, Светогорск, Россия»</u>	14 июня 12
RU1000359	<u>Кора и древесные отходы для обогрева на ОАО «Соломбальский лесопильный и деревобрабатывающий комбинат», Архангельск, Российская Федерация.</u>	28 июня 12
RU1000361	<u>Повышение энергоэффективности при реконструкции кислородного цеха и участка непрерывной разливки стали цеха доменной кислородной печи №2 ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат».</u>	10 июль 12
RU1000364	<u>Монтаж новой линии по производству сухого цемента на ОАО «Сухоложскцемент», Свердловская область, Россия.</u>	10 июль 12
RU1000366	<u>«Утилизация отходов биомассы на ОАО« Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат (ЦБК) », Архангельская область, Россия»</u>	28 июня 12
RU1000367	<u>Внедрение парогазотурбинных агрегатов на ТЭЦ ОАО «Мосэнерго», Россия.</u>	28 июня 12
RU1000370	<u>Реконструкция металлургического завода на ОАО «Челябинский металлургический комбинат», г. Челябинск, Россия</u>	28 июня 12
RU1000371	<u>Реконструкция сталеплавильного завода на ОАО «Ижсталь», г. Ижевск, Россия.</u>	28 июня 12
RU1000372	<u>Техническое перевооружение Челябинской ТЭЦ-3 с вводом в эксплуатацию парогазовой установки.</u>	14 июня 12
RU1000373	<u>Строительство двух новых парогазовых турбоагрегатов на Няганской ТЭС.</u>	14 июн 12
RU1000374	<u>Реконструкция Хабаровской ГРЭС</u>	10 июль 12
RU1000382	<u>Реконструкция Невского филиала ГЭС</u>	06 апрель 12
RU1000383	<u>Снижение потерь в теплотрассах населенных пунктов Республики Тыва, Российская Федерация</u>	30 августа 12
RU1000387	<u>Монтаж двух ПГУ-400 на Сургутской ТЭЦ-2, ОГК-4, Тюменская область, Россия</u>	22 августа 12
RU1000390	<u>Переход с мокрого процесса на сухой на ОАО «Щуровский цемент», Россия</u>	04 сен 12
RU1000394	<u>Монтаж новой ПГУ-400 на Яйвинской ТЭЦ, ОГК-4, Пермский край, Россия</u>	22 августа 12

RU1000395	<u>Утилизация попутного нефтяного газа на месторождениях компаний Группы ТНК-ВР, Оренбургская область</u>	30 августа 12
RU1000397	<u>Реконструкция доменной печи на ОАО «КМЗ», г. Тула, Тульская область, Российская Федерация</u>	05 июня 12
RU1000398	<u>Утилизация попутного нефтяного газа на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении, Российская Федерация</u>	22 августа 12
RU1000409	<u>Проект по производству энергии из древесных отходов на Лесопильном заводе-25</u>	29 апреля 11
RU1000410	<u>Внедрение энергоблока №2 мощностью 800 МВт на Нижневартовской ГРЭС</u>	02 октября 12
RU1000412	<u>Расширение Краснодарской ТЭЦ с установкой ПГУ-410, ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго», Российская Федерация.</u>	02 октября 12
RU1000413	<u>Внедрение энергосберегающих мероприятий с использованием биомассы для производства энергоресурсов на бизнес-единицах ООО «МЭЗ Юг Руси».</u>	09 июля 12
RU1000431	<u>Строительство газопоршневых электростанций для утилизации попутного нефтяного газа на месторождениях, разрабатываемых ОАО «Сургутнефтегаз» в Ханты-Мансийском автономном округе.</u>	19 октября 12
RU1000432	<u>Реконструкция Астраханской ТЭС путем строительства ПГУ-110, ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго», Российская Федерация.</u>	02 октября 12
RU1000434	<u>Эффективное использование попутного нефтяного газа на Салымских месторождениях Тюменской области, Российская Федерация</u>	30 августа 12
RU1000449	<u>Монтаж ПГУ на Дзержинской ГЭС, Российская Федерация</u>	28 июня 12
RU1000451	<u>Строительство нового энергоблока Новосибирской ТЭЦ 5</u>	16 августа 12
RU1000455	<u>Утилизация попутного нефтяного газа на Талаканском нефтегазоконденсатном месторождении, Российская Федерация</u>	08 ноября 12
RU1000462	<u>Производство пеллет из отходов лесопиления на ЗАО «Лесопильный завод 25», г. Архангельск, Российская Федерация</u>	07 ноября 12

RU1000471	<u>Утилизация отработанного коксового газа ООО ПО «Химпром»</u>	03 сентября 12
RU1000484	<u>Строительство новой воздухоразделительной установки Air Liquide Северсталь, Россия</u>	28 ноября 12
RU1000487	<u>Связывание углерода посредством облесения в населенных пунктах Сибири, Российская Федерация</u>	10 июля 12
RU1000488	<u>Повышение эффективности системы теплоснабжения Ново-Ленинского района, г. Иркутск, Иркутская область, Российская Федерация.</u>	07 декабря 12
RU1000496	<u>Снижение выбросов парниковых газов за счет ввода в эксплуатацию мини-ТЭЦ на Курьяновском и Люберецком очистных сооружениях МГУП «Мосводоканал».</u>	27 ноября 12
RU1000498	<u>Подготовка попутного нефтяного газа для дальнейшего использования на Южно-Хыльчуйском месторождении ООО «Нарьянмарнефтегаз», Российская Федерация.</u>	07 ноября 12