

УДК 504.75; 620.98; 054.75

МРНТИ 87.05.31; 87.17.15

## К РАСЧЕТАМ АНТРОПОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ ИСТОЧНИКОВ И АБСОРБЦИИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЛЕСНОМ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДЛЯ ЕЖЕГОДНОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Л.В. Лебедь<sup>1</sup> к.т.н., Д. А. Касенова<sup>1</sup>, А.С. Есекина<sup>1</sup>, З.Р. Токпаев<sup>\*1</sup>, Н.К.Сулейменов<sup>2</sup>,А.Н. Быков<sup>3</sup>, Н.И. Васильченко<sup>4</sup><sup>1</sup>АО «Жасыл даму» МЭПР РК, Алматы, Казахстан<sup>2</sup>ГКП «Казахское лесоустроительное предприятие» КЛХДВЗ МЭПР РК, Алматы, Казахстан<sup>3</sup>ГУ «РНМЦ Агрехимической службы» МСХ РК, Астана, Казахстан<sup>4</sup>НАО «Правительство для граждан» МЦРИАП РК, Астана, Казахстан

E-mail: zufartokpaev@mail.ru

Представленные в статье результаты получены в процессе подготовки Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции (поглощения) парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, в части землепользования. Доклад ежегодно представляется Республикой Казахстан, как стороной Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). Предварительно выполняемые расчеты динамики углекислого газа (CO<sub>2</sub>), связанного с землепользованием в Республике Казахстан за 1991...2020 гг., показали, что его поглощение из атмосферы природными экосистемами могло составлять от 3 до 50...60 млн. тонн в год, и выбросы в атмосферу – от 10 до 45 млн. тонн/год. В процессе исследований выполнен детальный анализ существующей в стране системы наземного мониторинга землепользования и земельных ресурсов с расчетами антропогенных потоков CO<sub>2</sub> на различных территориальных уровнях. Полученные результаты подтверждают возможность расчетов парниковых газов на зональном и областном уровнях. Тем самым подтверждается возможность дополнительного контроля расчетов потоков парниковых газов, связанных с землепользованием и оценки потенциала возможного увеличения объемов поглощения для природных экосистем (Лесные площади и Пастбища) и снижения выбросов для агроэкосистемы Возделываемые земли.

**Ключевые слова:** парниковые газы, лесное хозяйство, возделываемые земли, пастбища

Поступила: 25.09.23

DOI: 10.54668/2789-6323-2023-111-4-85-103

### ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования – улучшение отчётности для кадастра парниковых газов в части землепользования, представляемого ежегодно в национальный доклад Республики Казахстан как стороны Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В процессе исследований выполнены задачи по анализу существующей в стране системы наземного мониторинга земельных ресурсов, а также по оценке информационного обеспечения расчетов парниковых газов, связанных с землепользованием.

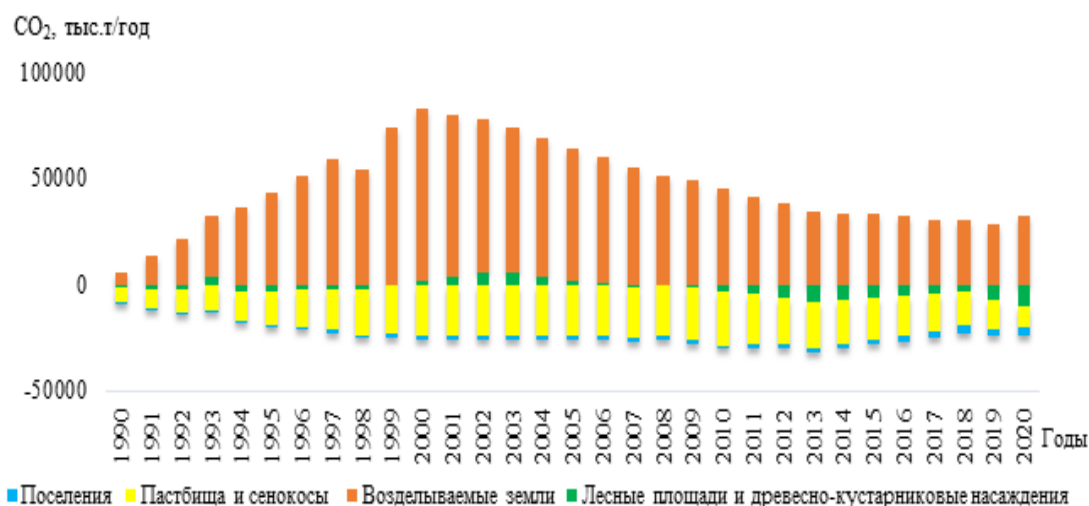
Рассчитаны выбросы/абсорбция CO<sub>2</sub> в части землепользования за 1990...2020 гг. на базе государственных архивов с данными наземного мониторинга земель и разрабатываемых алгоритмов расчета потоков CO<sub>2</sub> для лесных площадей и сельскохозяйственных угодий, представляемых на различных уровнях.

На диаграмме, представленной на рисунке 1 показано, что основные объемы выбросов в атмосферу приходились на категорию землепользования Возделываемые земли. Такие категории как Лесные площади, Пастбища, включая Сенокосы, обеспечивали в основном поглощение CO<sub>2</sub>

из атмосферы за период исследований.

Как показали исследования, достаточно выраженные годовые изменения запасов накопленного углерода в экосистемах, с неоднократной сменой знака направленности потоков углерода, можно объяснить экстенсивным характером ведения сельского хозяйства и землепользования в стране в 1990...2020 годы, связанным с затянувшимися социально-экономическими реформами, сменой форм собственности на землю как на природный ресурс, недостаточной согласованностью государственных структур для развития системного мониторинга

природных ресурсов. и землепользования. В этом случае не менее важно было также оценить региональное распространение потоков углерода на территории страны для выработки оптимальных решений управления земель по категории Возделываемые земли с целью снижения выбросов в атмосферу, а также для объективной оценки потенциала возможного увеличения абсорбции углерода по категориям Лесные площади и Пастбища. Распределение сельскохозяйственных угодий и лесов на территории Республики Казахстан, включая кустарники, наглядно показано на карте, представленной на рисунке 2.



**Рис.1.** Динамика углерода в CO2 эквиваленте (тыс. тонн/год) для лесных и сельскохозяйственных земель на территории Республики Казахстан по расчетам за 1990...2020 гг. (Национальный доклад, 2022)

Природные пастбища и сенокосы распространяются на все природные зоны: от лесостепной на севере до южных пустынь на равнине, поднимаясь в горах на востоке, юго-востоке и юге до субальпийских зон (рисунок 2). В сухих степях на пастбищах господствует преимущественно злаковые виды растительности на зональных почвах. В пустынях преобладают разнотравное кустарниковое сообщество с участием солянковых. И эфемеров на бурых, серо-бурых глинистых, часто заслоненных и песчаных почвах. В горных районах преимущественно распространены деревянистыми кустарниковые деревья. Луга преимущественно как сенокосы представлены злаковыми видами

и разнотравьем, распространены в поймах речных рек, естественных понижениях, а также в горных долинах. Первичная продукция на пастбищах составляет от 0,5 т/га до 16 т/га на равнине и до 30 т/га в горах. Содержание гумуса в верхнем горизонте почвы изменяется на пастбищах от 1 % и менее (песчаные пустыни) до 18...12 % (горная местность).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

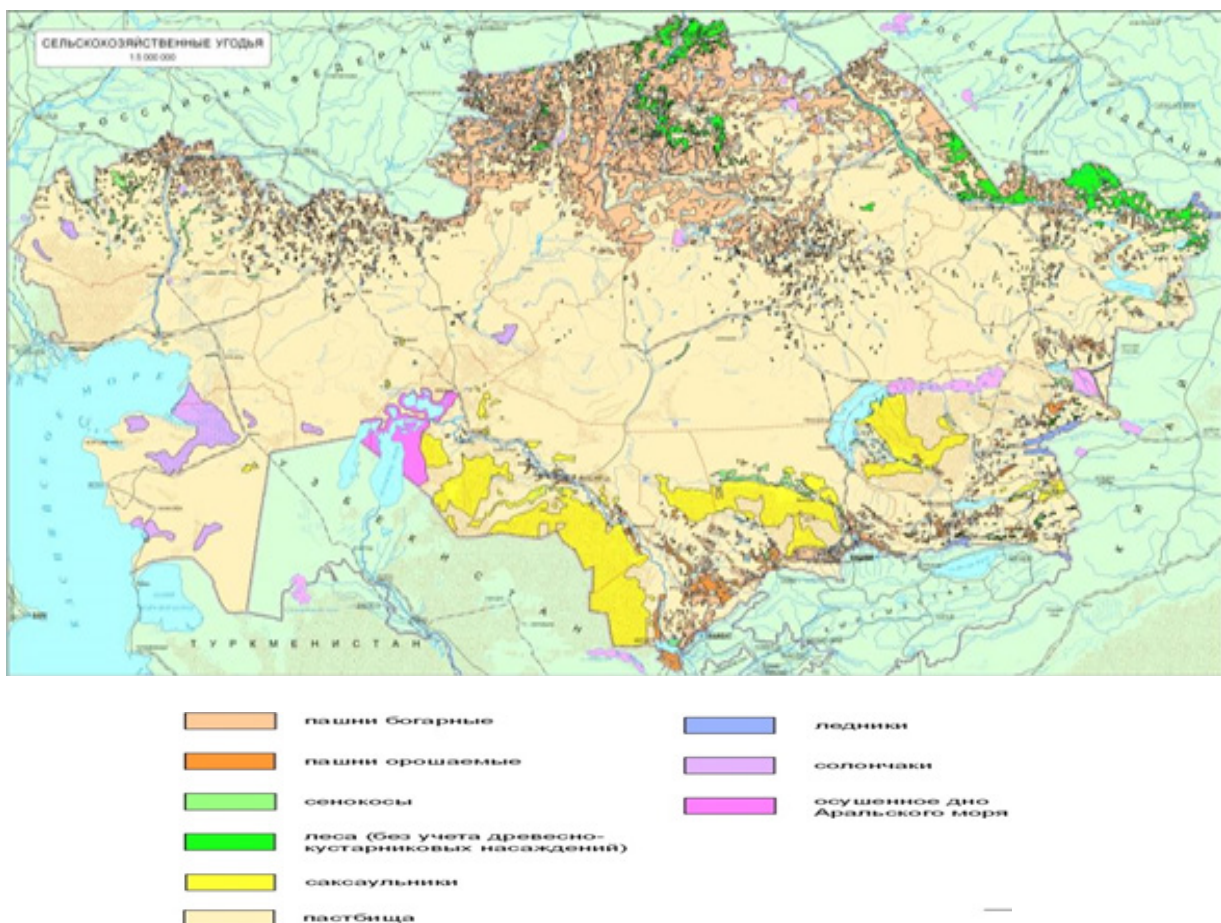
Расчеты выбросов и абсорбции CO2 для лесов и сельскохозяйственных угодий выполнялись на базе национальной системы инвентаризации парниковых газов, включая государственные архивы имеющейся в стране информации.

Методической основой послужили Руководящие принципы МГЭИК, 2006 (Руководящие принципы, 2006) и Уточнения 2019 года к Руководящим принципам МГЭИК, 2006 (Уточнения, 2019). В процессе расчетов динамики углерода для категории земель Лесные площади использовались конверсионные коэффициенты рассчитываемые предварительно по областям (Таблица 1).

Основное внимание при этом уделяется вопросам: представления земель как объекта антропогенного воздействия, а также обеспечения полноты баланса углерода при расчетах для отдельных экосистем с учетом необходимой детальности представления и в зависимости от наличия исходной информации в стране. В соответствии с методологией для представления и достижения максимальной полноты информации для конкретного объекта землепользования применяются смешанные подходы и алгоритмы расчета, в частности на уровне 1 (уровень страны), уровне 2 (региональный уровень) и уровне 3 (полное пространственно-

территориальное обеспечение расчетами).

В процессе расчетов основные категории землепользования представляются единой широкой категорией, остающейся как прежняя, с детальной внутренней стратификацией земель на отдельные подкатегории. Как формы управления для конкретной категории земли они могут представлять: категория Лесные площади - естественный лес, искусственно созданный лес путем посадок и посева культуры, кустарниковые насаждения без деревьев (защита), не лесопокрытые площади и другие подкатегории; категория Возделываемые земли - пахотнопригодные земли, пашня остающаяся в севообороте, пашня выведенная временно в залежь (пастбища), пашня возвращенная в севооборот, многолетние насаждения; категория Пастбища - естественные пастбища или улучшенные, обеспеченные водой для скота или не обеспеченные, слабо используемые или умеренно используемые, средне сбитые или сильно сбитые и другие подкатегории.



**Рис.2.** Распределение лесных, сельскохозяйственных и прочих угодий на территории Республики Казахстан (Национальный атлас, 2006)

Полнота расчета достигается учетом углерода, перераспределяющегося по основным резервуарам накопления:

- Лесные площади (живая биомасса, валежник, лесная подстилка, почва);
- Возделываемые земли (почва, биомасса (в случае временного восстановления растительности на пашне);
- Пастбища (надземная живая биомасса, мертвая биомасса, почва).

Для оценки запасов углерода в древесине используются прямые методы расчетов углерода. Запас углерода в почве, в валежнике, лесной подстилке надземной и подземной биомассе оценивается с использованием эмпирических формул или для упрощения задачи конверсионных коэффициентов (таблица 1).

Расчеты динамики углерода для отдельных подкатегорий земли и основных категорий выполняются в границах административных областей с последующим обобщением результатов на уровне областей и страны в целом.

#### **Наземный мониторинг земель Земельного Фонда РК. Государственный кадастр земельных ресурсов**

Для оценки динамики накопления углерода и абсорбции (выбросов) CO<sub>2</sub>, связанных с землепользованием в Казахстане, применяются государственные систематизированные статистические показатели использования земельного фонда, культурно-технического состояния земель и почвенно-растительных ресурсов.

В лесном хозяйстве используются материалы единовременного учета (таксации) лесов Государственного и частного Лесного фонда. Систематический учет лесов выполняется ГРКП «Казахское лесоустроительное предприятие» КЛХЖМ МЭПР РК, в соответствии с Лесным кодексом, 2003 г., Инструкцией проведения лесоустройстве, 2012 г., Правилами учета лесов (Лесной кодекс, 2003; Инструкция, 2005; Нормативы, 1987). Основной метод учета - метод классов возраста.

В качестве входной информации в процессе оценки динамики углерода для категории Возделываемые земли применяются результаты регионального мониторинга пахотных земель, исполнитель ГУ «РНМЦ Агрохимической службы» МСХ РК. В соответствии с Правилами (Правила, 2014; Ме-

тодическое руководство, 2007) почвенные обследования выполняются путем отбора объединенных проб почвы в пределах элементарного участка площадью 75 га (для орашаемой пашни на площади 10 га), выделяемого в границах Плана землепользования.

Также используется Государственный земельный кадастр Комитета управления земельными ресурсами, обобщающий сведения государственного учета земель в соответствии с Правилами учета земель (Правила, 2014), Земельным кодексом РК (Земельный кодекс, 2003), балансы земель областей, городов республиканского значения, данные земельного кадастра и мониторинга, результаты государственного контроля за использованием земель и их охраной. В соответствии с Правилами учета земли и ведения государственного земельного кадастра, 2014, представляются материалы почвенных обследований, НАО «Государственная корпорация Правительство для граждан», выполняемых на территориально-зональной сети пунктов наблюдений, которые могут использоваться для оценки и контроля углеродного баланса категории земель «Возделываемые земли». Сеть представлена стационарными и полустационарными площадками (СПН, ПСПН). Количество площадок, заложенных на 2020 год, составляло СПН 60, ПСПН 98, в первую очередь на пашнях – наиболее ценных сельскохозяйственных угодьях, а также на пастбищных землях в соответствии с Научно-методическими указаниями по мониторингу земли Республики Казахстан (Указания, 1994).

Также из наземной информации привлекаются исторические проверенные материалы из не государственных структур. В частности, для получения эталонов углерода в резервуаре «Биомасса» естественной растительности используются Карты биологической продуктивности экосистем на территории Казахстана, трансформированные из Карт продуктивности Северной Евразии, 1993 год (Базилевич, 1994). В процессе подготовки карт продуктивности, наравне с другими данными, использовались материалы полевых геоботанических исследований, которые в разные периоды проводились на территории Казахстана, также другие современные источники (Аналитический отчет, 2019; Дюсенбеков, 2005).

Таблица 1

Конверсионные коэффициенты для расчета запаса углерода в резервуарах фитомассы и валежника по группам пород и возрастным группам деревьев и кустарников государственного Лесного фонда по областям Республики Казахстан за 1990...2020 гг.

Породы	Классы	Резервуар	Области										Туркестанская	Мангистауская		
			Акмолинская	Актюбинская	Алматынская	Атырауская	ВКО	Жамбылская	ЗКО	Карагандинская	Костанайская	Кызылординская			Павлодарская	СКО
Хвойные	Молодняк 1-й и 2-й категор	фитомасса	0,664	0,614	0,58	0,535	0,63	0,614	0,614	0,098	0,615	0,615	0,615	0,629	0,615	0,629
		валежник	0,06	0,098	0,068	0,08	0,09	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098
	Средневозрастные	фитомасса	0,665	0,665	0,622	0,683	0,67	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,674	0,665	0,674
		валежник	0,05	0,057	0,045	0,065	0,04	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,042	0,057	0,042
	Припевающие	фитомасса	0,712	0,712	0,66	0,73	0,72	0,712	0,712	0,712	0,712	0,712	0,712	0,718	0,712	0,718
		валежник	0,025	0,031	0,03	0,04	0,04	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,004	0,031	0,004
	Спелые и перестойные	фитомасса	0,712	0,712	0,66	0,73	0,72	0,712	0,712	0,712	0,712	0,712	0,712	0,718	0,712	0,718
		валежник	0,015	0,016	0,016	0,015	0,04	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,004	0,016	0,004
	Молодняк 1-й и 2-й категории	фитомасса	0,79	0,688	0,695	0,678	0,69	0,575	0,78	0,79	0,724	0,724	0,724	0,955	0,724	0,955
		валежник	0,085	0,07	0,14	0,18	0,17	0,13	0,07	0,21	0,11	0,11	0,11	0,18	0,11	0,18
Средневозрастные	фитомасса	0,825	0,617	0,728	0,708	0,725	0,71	0,81	0,827	0,754	0,754	0,754	1,012	0,754	1,012	
	валежник	0,07	0,065	0,078	0,095	0,08	0,07	0,07	0,12	0,15	0,15	0,15	0,095	0,15	0,095	
Припевающие	фитомасса	0,86	0,76	0,76	0,736	0,775	0,735	0,85	0,855	0,798	0,798	0,798	1,07	0,798	1,07	
	валежник	0,05	0,04	0,06	0,04	0,038	0,04	0,04	0,07	0,055	0,055	0,055	0,04	0,055	0,04	
Спелые и перестойные	фитомасса	0,86	0,76	0,76	0,736	0,775	0,735	0,85	0,855	0,798	0,798	0,798	1,07	0,798	1,07	
	валежник	0,022	0,025	0,024	0,035	0,032	0,03	0,025	0,055	0,045	0,045	0,045	0,065	0,045	0,065	
Саксаул		фитомасса	-	1,17	1,17	1,17	1,17	-	-	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	
		валежник	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
Твердолиственные	Молодняк 1-й и 2-й категории	фитомасса	0,958	0,955	0,957	0,957	0,955	0,958	0,955	0,957	0,955	0,955	0,678	0,955	0,678	
		валежник	0,11	0,21	0,14	0,214	0,15	0,115	0,07	0,21	0,15	0,15	0,21	0,21	0,038	
	Средневозрастные	фитомасса	1,08	1,012	1,015	1,02	1,012	1,02	1,02	1,017	1,015	1,065	1,051	1,078	1,065	1,147
		валежник	0,095	0,12	0,085	0,124	0,1	0,085	0,06	0,012	0,12	0,085	0,12	0,12	0,085	0,12
	Припевающие	фитомасса	1,02	1,07	1,08	1,08	1,05	1,085	1,07	1,08	1,07	1,16	1,147	0,736	1,16	1,147
		валежник	0,07	0,07	0,069	0,07	0,07	0,05	0,04	0,07	0,07	0,069	0,07	0,05	0,069	0,05
Спелые и перестойные	фитомасса	1,02	1,07	1,08	1,08	1,05	1,085	1,07	1,08	1,07	1,16	1,147	0,736	1,16	1,147	
	валежник	0,042	0,05	0,04	0,055	0,043	0,05	0,03	0,05	0,05	0,043	0,055	0,055	0,043	0,055	

Надежной информацией для получения эталонов углерода в резервуаре его накопления – почвы служат многолетние материалы почвенных исследований из областных справочников Почвы Казахстана, которые были подготовлены коллективами ученых из Института почвоведения АН КазССР в период 1960...1967 гг. (Почвы, 1960) и др.

### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ И АНАЛИЗА

#### Лесные площади и древесно-кустарниковые насаждения

Лес по ФАО определяется как участки земли с лесным покровом, покрытым не менее 10 % (Руководящие принципы, 2006). В соответствии с Лесным кодексом Республики Казахстан, лес – природный комплекс, формирующийся на определенной территории на основе совокупности древесной и кустарниковой растительности и других комплексов живой природы. В соответствии с Инструкцией лесостроительства (Инструкция, 2012), лесные угодья – участки земли площадью 0,005 га, покрытые древесной и кустарниковой растительностью, включая древесно-кустарниковые насаждения, участки с не сомкнувшимися лесными культурами.

По состоянию лесов на 2020 год Лесной фонд Республики Казахстан распределялся в следующем порядке: особо охраняемые природные территории (ООПТ) – 2835,6 тыс. га (лесопокрытые 2231,6 тыс. га), Лес-

ные земли Государственного лесного фонда – 16185,5 тыс. га (10846,2 тыс. га. лесопокрытые). Из них поле и лесозащитные леса с площадью 13970 тыс. га (лесопокрытые 92607 тыс. га), защитные лесонасаждения на полосах отвода жилищных и автомобильных дорог и сооружений. Всего Лесные земли государственного фонда Республики Казахстан составляли на 2020 год общую площадь 1908,5 тыс. га (лесопокрытых 13121 тыс. га).

За последние 20 лет общая площадь лесных пород увеличивалась с 20 760 тыс. га до 30 058 тыс. га, в основном за счет возврата в его состав земель лесохозяйственных предприятий, ранее переданных во временное пользование сельскохозяйственных субъектов (Аналитический отчет, 2019). Лесопокрытые площади на 2020 год составляли 13 121,7 тыс. га с запасом древесины 456,81 млн. м<sup>3</sup> с увеличением за счет расширенного объема работ по лесовозобновлению путем посевов и посадок искусственных лесов, предотвращения лесных пожаров, регулирования площадей рубок делового леса.

Запасы углерода обобщенные для лесов Государственного Лесного фонда Республики Казахстан, рассчитанные по отдельным резервуарам его накопления, как годовые изменения, наглядно представлены на рисунке 3.

Из них на высокопродуктивные хвойные леса, распространенных преимущественно в северо-западных областях, приходилось 1792,5 тыс. га с объемом древесины 274,5 млн. м<sup>3</sup>,



Рис.3. Динамика накопления углерода лесами (тыс тонн /год) на землях Лесного Фонда Республики Казахстан, рассчитанная по резервуарам его накопления за 1989...2020 гг.

на мягколиственные - 1552,8 тыс. га (140,96 млн м<sup>3</sup> древесины), твердолиственные – 104,7 тыс. га (древесины 41,9 млн. м<sup>3</sup>), саксауловые леса на площадях пустыни 6492,3 тыс га (16,75 млн м<sup>3</sup> древесины) Алматинская, Жамбылская, Туркестанская области (таблица 2).

О динамике запаса углерода в лесах Республики Казахстан рассчитываемых по результатам системного их мониторинга можно судить из таблицы 3 на примере лесов Алматинской области, произрастающих в резко отличительных условиях горной местности и пустыни, а также из рисунков 3, 4. Рассчитанные за 1990...2020 годы запасы углерода для лесов Алматинской области пополнялись

за счет стабильного поглощения CO<sub>2</sub> из атмосферы. При этом, как видно из таблицы 2 темпы накопления углерода увеличивались с 297,3 до 1120,8 тыс тонн/год (хвойно-лиственные) и с 25,7 до 312,0 тыс. тонн/год (саксауловые) т.е. запасы углерода в лесах изменялись в 4...5 раз и более за этот период .

О региональном распределении общих запасов углерода накопленного лесами на территории Казахстана по всем областям можно наглядно судить из рисунка 4.

Из анализа рисунков 3, 4 можно сделать следующие заключение: 1.Для большинства областей на территории Казахстана получена в 1993...2008 годы

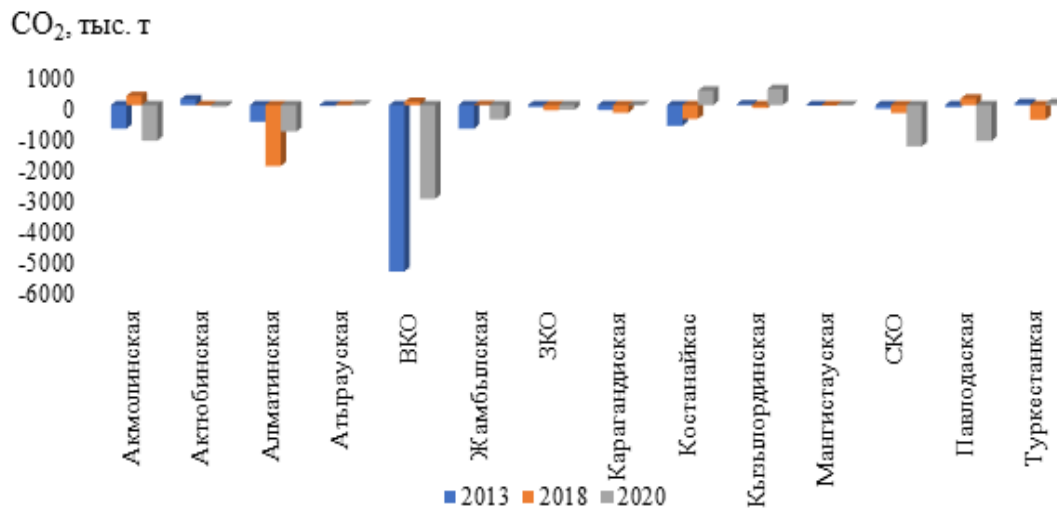


Рис.4. Региональное распределения углерода в лесах Казахстана по областям

разнознаковая направленность потоков CO<sub>2</sub> в лесных экосистемах, что можно объяснить невысокими запасами древесины в лесах, значительной площадью распространения лесных пожаров, несанкционированными рубками деловой древесины в этот период.

2. После 2008 года для большинства областей на территории Казахстана отмечалось постепенное увеличение годовых объемов абсорбированного CO<sub>2</sub> лесами, с максимальными величинами от 38 до 1665 тыс тонн /год для северных областей (Северо-Казахстанская, Павлодарская Акмолинская, Костанайская), а также до 2286 тыс тонн /год для юго – восточных и южных областей (Алматинская, Восточно-Казахстанская, Кызылординская). В том числе для Акмолинской области

значительное увеличение объемов абсорбированного из атмосферы CO<sub>2</sub> с 8,1 до 1155 тыс тонн /год связано с расширением площади искусственных лесов (зеленый пояс города Астана). Для Кызылординской области относительно высокий потенциал поглощения CO<sub>2</sub> саксауловыми лесами после 2008 года отмечается за счет лесомелиорации обнаженного дна Аральского моря (ОДА). Суммарное поглощение CO<sub>2</sub> лесами на землях Лесного фонда Республики Казахстан за 2020 год составляло 6909,9 тыс. тонн /год (хвойно-лиственные) и 3284,6 тыс. тонн/год (саксауловые).

Возделываемые земли В соответствии с Земельным кодексом Республики Казахстан (Кодекс, 2003), земельные угоды по виду обработки и режиму пользования

в сельском хозяйстве подразделяются на пашню, многолетние насаждения, залежь, сенокосы и пастбища, по использованию в лесном хозяйстве – лесные площади. В ключевую категорию деятельности, связанную с землепользованием, в соответствии с МГЭИК, 2006, категория *Возделываемые земли (CL)*, включаются пахотные и пахотнопригодные земли, которые находились не менее 20 лет в севообороте, а также многолетние насаждения. Национальные определения их соответствуют следующему определению (Земельный кодекс от 20 июня 2003 года № 442):

*Пашня – земельный участок, систематически обрабатываемый и используемый под посевы сельскохозяйственных культур, включая посевы многолетних трав, а также чистые пары. К пашне не относятся земельные участки, занятые посевами предварительных культур, распаханых с целью коренного улучшения.*

*Залежь – участок земли, который ранее находился в составе пашни и более одного года, начиная с осени, не используется для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлен под пар.*

*Многолетние насаждения – земельные участки, используемые под искусственно-созданные древесные, кустарниковые многолетние насаждения, предназначенные для получения урожая плодово-ягодной, технической или лекарственной продукции.*

В Республике Казахстан числится 61,2 млн. га пахотнопригодных земель, из которых 52,9 млн. га размещаются на равнинной территории в степной зоне и 8,3 млн. га в предгорной и горной зонах (Карта на рисунке 2). Наиболее плодородные земли, в основном черноземы на площади 16,8 млн. га (содержание гумуса 4...6 % в пахотном горизонте почвы), каштановые на площади 27 млн. га (гумуса 3...4 % и более), а также предгорные сероземные, горные каштановые и черноземные почвы (гумус от 1,5...2,0 % и более), распахивались в последние 150 лет. В конце прошлого века (1989 год) общая площадь пахотных земель достигала 35,6 млн. га. Наибольшие ее площади в структуре земельного фонда Республики Казахстан приходились на земли сельскохозяйственного назначения. В период реформирования сельскохозяйственных предприятий (1991...2005 гг.) площадь этих

земель по республике сокращалась на 136,2 млн. га. В последующем, с 2006 года площадь земель сельскохозяйственного назначения ежегодно возрастала и за 2020 год составляла 108,56 млн. га. В категории этих земель находятся наиболее ценные в сельскохозяйственном отношении земли республики, в том числе 98,0 % пашни, включая 91,1 % орошаемой, 42,2 % – многолетних насаждений, 48,2 % – залежи, 45,4 % сенокосов и пастбищ.

За исследуемый период 1990...2020 гг., общие выбросы углерода в атмосферу, связанные с землепользованием, в основном ежегодно обеспечивались за счет выбросов категории земель «Возделываемые земли». Их максимальные величины достигали более 80000 тысяч тонн /год (рисунок 1). В период реформ (1991...2005 гг.) часть пахотных земель выводилась из севооборота, в основном в земли запаса как залежь и пастбищные земли. На 2000 г., площадь пашни в севообороте сокращалась до 21,4 тысяч га, с последующим частичным восстановлением, в основном после 2010 года. О динамике пахотных земель в РК за 1989...2020 гг. можно судить на примере Акмолинской области (таблица 4).

Анализ эмпирических данных о динамике почвенного гумуса для пахотных земель РК (рисунок 5) показал, что за последние 30 лет его содержание в пахотном горизонте почвы снижалось на 30 %, т.е. в среднем на 1 % в год. О содержания гумуса в пахотном горизонте почвы и рассчитанных запасах углерода можно судить на примере Акмолинской области (таблица 5).

Из рисунка 5 видно, что наибольшее снижение содержания гумуса в почве пахотных земель, остающихся в севообороте (до 40 % в среднем на область), в сравнении с 2020 г., приходилось на северные области: Северо-Казахстанскую, Акмолинскую, также Восточно-Казахстанскую, с высокопродуктивными черноземными почвами. Менее выражено снижение содержания почвенного гумуса (в отдельные годы до 8...9 % в среднем на область) отмечалось для южных областей – Жамбылской, Туркестанской и Кызылординской, со значительным участием орошаемой пашни, относительно обеспечиваемой азотными удобрениями.



Таблица 2

Распределение лесных угодий по площади, запасу древесины на корню и изменений запаса углерода в лесах Алмагинской области за 1988...2021 гг.

Годы	Площадь, тыс га										Запас древесины									
	Всего лесные угодья		Лесопокрытые	Несомкнувшиеся культуры	Вырубки	Гари	Прогалины	Хвойные		Мягколиственные		Твердолиственные		Саксаульники		Прочие		Кустарники		
	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>	тыс. га	млн. м <sup>3</sup>
1988	1679,8	586,9	59,1	57	16,8	832,67	153,9	29220	36	2520	3,3	1920	940,5	1620	13,7	240	380	2000		
1993	1642,8	554,8	37,5	31,6	10,5	733,88	159,5	30340	38,8	2770	5,5	270	883,4	1600	13	240	338	1740		
1998	1806,1	643,5	15,9	6,3	4,2	775,00	171	31634	38,2	2540,1	5,9	313,2	1494	3147	35,5	868	393	2322		
2003	2662,2	661,76	16,4	5,4	4,7	797,1	169,4	32531,8	37,6	2829,1	5,8	304,8	1135,5	2875,8	48,4	1377	400,5	2087		
2008	2633,4	671,2	10	10	5	804,5	168,9	32655,2	39,7	3034,5	5,5	301	1130,5	2854	48,7	1377	408,4	2172		
2013	2683,9	716,9	11,1	10	10,4	798,7	171,9	32794,5	41,9	4724,4	5,6	321,1	1135	2841,4	68,3	1481	429,1	1948		
2018	2702,6	748,4	6,7	1,2	10	754,3	201,9	41167,7	41,6	4862	5,4	408,4	1180,2	2969,4	68,9	1491	430,6	1954		
2021	2723,8	773,3	3,22	0,5	43,1	669,7	213,8	44923,9	45,1	3580	7,3	505,3	1232,6	3755,6	47,3	1010	459,8	1970		

Таблица 3

Запас углерода для лесных угодий с перераспределением по резервуарам накопления, рассчитанный на примере Алмагинской области за 1988...2021 гг.

Годы	Хвойно-лиственные, включая кустарники										Саксаульники										Всего Поглощение (-) / высвобождение (+) CO <sub>2</sub> , тыс. тонн/год			
	Всего запас		Тыс. га		Фито-масса т/га		Валежник /га		Подстилка /га		Почва, т/га		тыс. тонн		тыс. га		Фитомасса т/га		Почва, т/га		Хвойно-лиственные, кустарники		Саксаульники	
	тыс. га	тыс. тонн	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га	тыс. га
1988	1527,4	12708	1527,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	940,5	0,0	46,4	13456,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	2137,5	14162,8	2137,5	331,9	22,5	24,22	-264,90	24,22	24,22	1494	181,0	14,860	90,2	1494	14,860	90,2	21376,15	113,78	113,78	113,78	113,78	113,78	113,78	-417,21
2008	1801,8	14627,1	1801,8	45,2	-1,9	6,41	-171,07	6,41	6,41	1130,5	-2,6	-0,200	81,8	1130,5	-0,200	81,8	16175,47	-121,39	-121,39	-121,39	-121,39	-121,39	-121,39	445,092
2018	1928,6	18032,9	1928,6	951,9	135,1	117,98	993,85	117,98	117,98	1180,2	15,0	26,220	85,1	1180,2	26,220	85,1	16886,30	2198,81	2198,81	2198,81	2198,81	2198,81	2198,81	-8062,3
2021	2005,9	18781,6	2005,9	249,6	-5,0	31,33	398,95	31,33	31,33	1293,2	152,4	-36,467	94,4	1293,2	-36,467	94,4	17636,04	674,80	674,80	674,80	674,80	674,80	674,80	-2474,3

Таблица 4

Представление пахотных земель в рамках широкой категории «Возделываемые земли» для расчетов динамики годового изменения запаса углерода в почве на примере Акмолинской области за 1989...2020 гг.

Категория, под категории	Годы						
	1989	1991	2000	2006	2013	2018	2020
Акмолинская область							
Пашня	6403	6403	4532	5169	5489	6032	6040
Пашня в севообороте	-	6383	4532	4532	4532	4532	4532
Пашня, выведенная в залежь (запас)	-	20	1571	1169	756	370	347
Пашня, возвращённая в севооборот	-	-	281	1044	1137	1	0
Пашня, возвращённая в севооборот	-	-	-	637	956	1500	1508

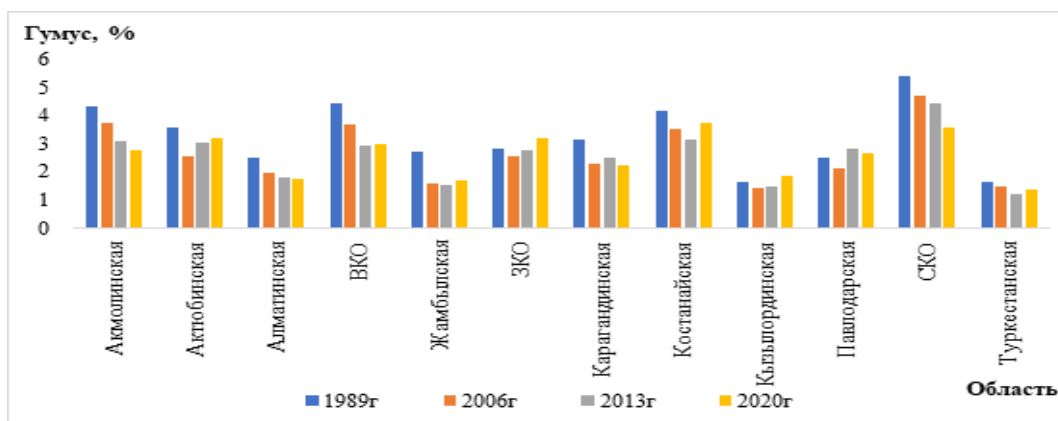


Рис.5. Содержание в почве гумуса на пашне в разрезе областей Республики Казахстан по результатам химических обследований за 1989...2020 гг.

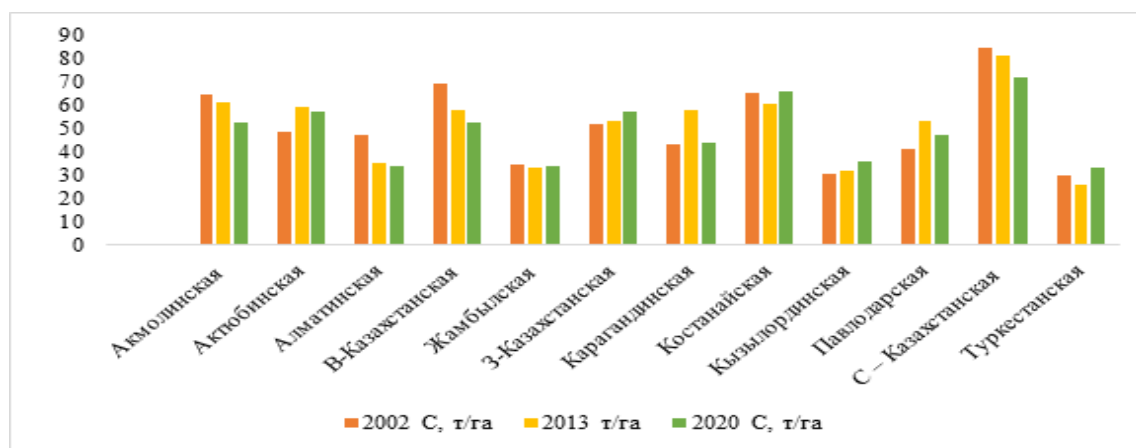


Рис.6. Динамика запаса углерода (t/га) по областям за 2002...2020 гг.

Отдельные случаи снижения содержания гумуса в почве пахотных земель, остающихся в севообороте, приходились на Западно-Казахстанскую, Павлодарскую, Актобинскую области с менее продуктивными каштановыми и светло-каштановыми почвами, которые в первую очередь были выведены из севооборота.

Запасы накопленного в почве углерода на пашне, рассчитанные в разрезе областей Казахстана показаны в таблице 5 (Акмолинская область) и на рисунке 6.

Полученные за последние годы дополнительно эмпирические данные о содержании гумуса в пахотном горизонте почвы по результатам агрохимических обследований пахотных земель позволили впервые выполнить за 1989...2020 гг. раз агрегированные расчеты динамики изменения запасов почвенного углерода на уровне административных областей РК (всего 12 областей) с учетом почвенных разностей территории.

Таблица 5

Динамика содержания гумуса в почве по результатам агрохимических обследований полей Акмолинской области за 1989...2020 гг. и рассчитанные запасы углерода, т/га в почве пахотных землях, остающихся в севообороте

Область, тип почвы	1989 г.***			2002...2006 гг.			2007...2013 гг.			2015 ... 2020 гг.		
	Площадь пашни, тыс га	Гумус, %	С, т/га	Площадь обследования, тыс га	Гумус, %	С, т/га	Площадь обследования, тыс га	Гумус, %	С, т/га	Площадь обследования, тыс га	Гумус, %	С, т/га
Черноземы обыкновен.				340,4	5,15		457,8	5		769,5	4,3	74,5
Черноземы южные				622,6	4,05		646,2	3,8		1513,7	3,3	57,8
Темно каштановые				504,2	3,34		1128,6	2,98		1925,6	2,6	47,9
Каштановые				929,6	2,85		383,9	2,66		963,9	2,2	41,7
Светлокаштановые							145,9	2,28		101,9	2,2	36,8
Итого по области	6385	4,81	87	2416,8	3,55	64,5	2771,4	3,41	52,6	5274,7	3,0	53,3

Наглядный пример расчета региональных годовых изменений запасов углерода для категории Возделываемые земли (Акмолинская область) показан в таблице 6.

Аналогично были рассчитаны на региональном уровне годовые величины абсорбции / высвобождения CO<sub>2</sub> для пахотных земель Казахстана за указанный период.

Особый интерес вызывают результаты региональной оценки запаса углерода в почве пахотных земель с использованием альтернативной независимой информации из государственного архива сети мониторинговых площадок (СПН, ПСПН) за 1992...2020 гг. Как видно из таблицы (таблица 7), независимые расчеты подтверждают тренды изменения содержания в почве гумуса пахотных земель, которые соответственно по почвам составляют в среднем за указанный период: 12...20 % (черноземы), 9-18 % (каштановые), 10...15 % (предгорные сероземы), 10...16 % (предгорные каштановые и черноземы). Средне областные величины

среднегодовых величин изменения содержания почвенного гумуса колебались по территории страны от 0 до 33 %, что близко к результатам оценки динамики почвенного гумуса по материалам агрохимических обследований пахотных земель и не превышали суммарную ошибку определения его содержания в почве.

Также результатами наблюдения на сети СПН и ПСПН подтверждаются случаи повсеместного восстановления запаса органического вещества в почве на участках пашни, выведенных в запас (залежь и пастбища). Результаты полевых исследований представлены в таблице 8. Для этих случаев среднегодовые величины увеличения содержания гумуса в почве верхних ее горизонтов составляли 0,085% и запаса углерода от 0,28 до 0,9 т/га в зависимости от типа почвы и сроков вывода участка земли из севооборота. Наиболее интенсивно органическое вещество накапливается в почве в первые годы после вывода пашни из севооборота за счет

Таблица 6

Динамика изменения годовых запасов углерода в почве пахотных земель, рассчитанного с использованием результатов агрохимических обследований сельскохозяйственных земель на территории Акмолинской области с 1989 по 2020 годы

Го-ды	Пашня в севообороте			Пашня, выведенная в залежь (пастбища)			Пашня, возвращенная в севооборот			Всего пашня и пахотнопригодные земли		
	площадь, тыс га	запас углерода, т/га	изменение запаса, тыс т./год	площадь, тыс га	запас углерода, т/га	изменение запаса, тыс т./год	площадь, тыс га	запас углерода, т/га	изменение запаса, тыс т./год	площадь, тыс га	изменение запаса, тыс т./год	Эмиссия/поглощение CO <sub>2</sub> , тыс т./год
Акмолинская область												
1989	6383	87,0	-							6383		
2000	4532	76,0	- 19172	1851,2	81,00	13632			0,00	6383	- 5540	503013
2006	4532	64,5	- 8686,3	1388,2	83,00	- 5788	683	81,0	2206,1	6383	- 12268	44983
2013	4532	61,2	-2136,5	894,2	85,00	- 5602	978	83,0	2249,8	6383	-5489	20126
2020	4532	52,6	- 5567,9	343,2	87,00	- 6593	1493	85,0	3976,6	6383	- 8184	30008

органики обильного опада высокостебельных бурьянистых видов сорной растительности (Нурмухамбетова, 2002; Пермитина, 2012). Полученные результаты использовались для последующих расчетов, связанных с восстановлением углерода на пашне, выводимой из севооборота.

Представление земель с целью последующей оценки динамики углерода для категории землепользования *Возделываемые земли*, выполнялась в соответствии с (Руководящие принципы, 2006; Уточнения, 2019), на 2-ом и 3-ем уровнях расчетов с элементами 1-го. В процессе расчетов широкая категория землепользования «*Возделываемые земли*» была стратифицирована в отдельные подка-

тегории: пашня, остающаяся в севообороте, пашня, выведенная из севооборота (на период от 3,7 до 18 лет) в залежь и пастбища (земли запаса), пашня, возвращаемая в севооборот; многолетние насаждения. Для дополнительного контроля расчетов в качестве исходных использовались регулярные данные о содержании гумуса в почве и физико-химические показатели почвы из государственных земельных кадастров МСХ РК и МЦИАК РК.

Поглощение/эмиссия CO<sub>2</sub> для возделываемых земель, в соответствии с РП МГЭИК, 2006, оценивались по изменению запаса органического углерода в почве. Запас углерода в почве вычислялся с использованием уравнения:

$$MC(t) = 0.01 G \cdot V \cdot K1 \cdot K2 \cdot (1 - K3) \quad (1)$$

где, MC (t) - содержание углерода в поверхностном горизонте почвы 0...0,3 м на площади земли один гектар на год t, тонн / га; G - содержание гумуса (%) в горизонте почвы 0...0,3 м; V - объемная масса почвы в горизонте 0...0,3 м, тонн/м<sup>3</sup>; K1- объем почвенной массы на площади один гектар равный 3000 м<sup>3</sup>; K2- содержание углерода в органическом веществе равное 0,58, безразмерная величина; K3 - доля крупных фракций в почве > 2 мм.

Для расчета запаса углерода в почвах агроэкосистемы применялись национальные «эталонные» органического углерода в почве и коэффициенты влияния режима управления и обработки почвы (Почвы, 1960; Руководящие принципы, 2006).

Изменение запаса углерода в резервуарах «почва» для пашни, выводимой последовательно из севооборота после 1990 года, оценивалось, как произведение «установившихся» величин запаса углерода и коэффициента режима управления землей. Национальные «эталонные» почвенного углерода с учетом почвенных разностей и местных природных условий получены из архива Почвенные и растительные ресурсы РК, который формируется в АО Жасыл даму» МЭПР РК в рамках подготовки Национального доклада, раздел по землепользованию.

В соответствии с РП МГЭИК, 2000 (Руководящие принципы, 2000), неопределенность расчетов выбросов/поглощения углекислого газа для категории землепользования *Воз-*

*делываемые земли* может быть представлена как сумма неопределенности оценки деятельности E (%), принята равной ± 5 % и неопределенности оценки выбросов / поглощений F (%). Неопределенность оценки выбросов / поглощений F (%) выведена из частных ошибок получения исходной информации: ± 30 % – отбор почвенных проб на гумус в процессе полевых исследований; ± 1.5 % – лабораторное определение содержания гумуса в пробах почвы. Отсюда суммарная неопределенность расчетов баланса углерода в почве для категории *Возделываемые земли* может составлять ± 35,03 %.

### Пастбища

В Казахстане категория земель *Пастбища (G)* по площади и по вкладу в Национальный бюджет углерода и его годовых изменений является ключевой. Как преобладающий вид сельскохозяйственных угодий с площадью 184 млн. га, включает 5,9 млн. улучшенных пастбищ, 5,18 млн. сенокосов (Аналитический отчет, 2019). Первичная продукция на пастбищах составляет от 0,5 т/га да до 16 т/га на равнине и до 30 т/га в горах. Содержание гумуса в верхнем горизонте почвы изменяется на пастбищах от 1 % и менее (песчаные пустыни) до 18...12 % (горная местность). Природные пастбища и сенокосы, являясь источником дешёвых кормов для животноводства Казахстана, также вносят свой вклад в бюджет углерода, в зависимости от способов их использования. Способы использования *Пастбищ* как

природного ресурса на протяжении веков формировались в зависимости от социально-экономических взаимоотношений в обществе в следующей последовательности: кочевой, полукочевой, отгонно-пастбищный (равнина) сезонно-пастбищный (горная местность), а также современный «бессистемный» способ использования пастбищ и в перспективе – загонный способ использования пастбищ в

системе пастбищеоборота (Жамбакин, 1995).

В период развитого отгонно-пастбищного животноводства в Казахстане (по 1990 год) и в первые годы бессистемного ведения пастбищного хозяйства (1991...2005 гг.) используемые площади пастбищ уменьшались в 3 раза, общее количество выпасаемого скота на пастбищах изменялось в 2 раза.

Таблица 7

Динамика гумуса в почве пахотных земель по результатам наблюдений на стационарных (полустационарных) экологических площадках территориально-зональной сети мониторинга земель сельскохозяйственного назначения РК за 1993...2020 гг.

Годы	Содержание гумуса (%) в почве (горизонт 0...0,3 м) по типам почвы на примере Акмолинской области					
	Средне областное	Черноземы обькн.	Черноземы южн.	Лугово черноземные	Темно каштановые	Каштановые
1993...1996	-	-	3,26	-	-	-
1996...2002	3,46	4,66	3,05	-	2,60	2,22
2002...2006	3,02	4,48	3,02	-	2,34	2,25
2006...2013	2,82	4,30	2,82	-	2,08	1,92
2013...2020	2,31	4,22	2,47	-	-	1,86

Таблица 8

Динамика гумуса в почве пахотных земель по результатам наблюдений на стационарных (полустационарных) экологических площадках территориально-зональной сети мониторинга земель сельскохозяйственного назначения РК за 1993...2020 гг.

Тип почвы	Годовое увеличение в почве (0...30 см)		Распределение СПН (ПСПН) по административным областям
	гумуса (%)	углерода (т/га)	
Черноземы обыкновенные	0,029	0,54	С- Казахстанская: СПН -14; ПСПН -22 Актюбинская: ПСПН -8; Алматинская: ПСПН -28; Павлодарская: СПН -7,60; ПСПН -3, 49 Акмолинская: ПСПН -60,73; Актюбинская-ПСПН -7; З-Казахстанская: ПСПН -17; В-Казахстанская: ПСПН -11, Карагандинская: ПСПН -15, 24, 25, 26,27,47, 49, 50
Черноземы южные	0,015	0,28	
Темно-каштановые	0,036	0,68	Павлодарская: СПН -4, 51, 55, ПСПН -2,52 В-Казахстанская: СПН П -5 Павлодарская: ПСПН -51
Каштановые	0,030	0,57	
Светло-каштановые	0,026	0,49	Акмолинская: ПСПН -95; В-Казахстанская СПН -11 Алматинская: ПСПН -19, 21; Жамбылская: СПН -22
Лугово- черноземные	0,018	0,34	
Лугово- каштановые	0,025	0,48	Алматинская: ПСПН -17,19,20 Жамбылская: СПН -20,22
Сероземы светлые	0,021	0,42	
Сероземы обыкновен.	0,026	0,52	Жамбылская: СПН -23 Жамбылская: СПН -15
Лугово- сероземные	0,045	0,90	
Предгор. каштановые	0,023	-	
Пойменно- луговые	0,080	-	

Источник данных - НАО «Государственная корпорация «Правительство для граждан» МЦРИАП РК

Такие резкие колебания в использовании пастбищ были связаны с изменением форм собственности на землю и разрушением прежней отгонно-пастбищной системы выпаса скота, в том числе разрушения структуры водобеспеченности скота на пастбищах выпаса-

емого в условиях сухого и жаркого климата.

На 1990 год площадь используемых пастбищ в Казахстане составляла 182,1 млн га, из них 5,91 млн га улучшенных и 5,11 млн га сенокосы.

Представления земель выполняются в пределах широкой категории с детальной

детальной внутренней систематизацией земель на уровне 8 подкатегорий, остающихся в «прежней» категории и отражающих режим управления землей в условиях экстенсивного землепользования (таблица 9).

После 1990 года режим управления пастбищными землями в РК существенно изменялся с изменением форм собственности и землеустройства, разрушением системы выпаса и колодцев для водопоя скота. Около 70 % площадей природных пастбищ и 50 % сенокосов было изъято из пользования и выведено в земли запаса, что способствовало частичному восстановлению пастбищной растительности, увеличению проективного покрытия, биопродукции и кормовых запасов на этих землях. Одновременно на ограниченной территории пастбищ, где осуществлялся интенсивный выпас животных (в особенности на присельских пастбищах), нагрузка скота возрастала и составляла по расчетам за 2021 год 1,136 условных голов овец на гектар площади, что существенно превышало среднереспубликанскую величину хозяйственной нагрузки на выпасаемые пастбища за 1990 год.

Результаты оценки поглощения/эмиссии парниковых газов для природных пастбищ и сенокосов за 1990...2021 гг. представлены в обобщенной форме в таблице 9. Из таблицы видно, что в условиях продолжающегося экстенсивного хозяйственного использования пастбищных и сенокосных угодий в РК, за последние два десятилетия для природной пастбищной экосистемы сохранялся потенциал поглощения CO<sub>2</sub> за счет площадей пастбищ остающихся в запасе, а также на землях

ООПТ, Лесного фонда, землях в ведении других ведомств и других государств и на землях с отсутствием водообеспечения для выпасаемого скота, как одного из основных условий их использования. Общее количество поглощения CO<sub>2</sub> для категории землепользования Пастбища составляло по расчетам за 2021 год -25531,6 тысяч тонн/год при сохраняющейся его величине за 1990 год на уровне -6539,0 тыс. тонн/год (таблица 9). При этом авторами допускалось, что в условиях отгонно-пастбищной системы использования пастбищ, практически просуществовавшей до 1990 года, поглощение углерода на пастбищных угодьях в объеме 6893,3 тыс. тонн /год на 1990 год обеспечивалось в основном за счет улучшенных участков пастбищ, площадь которых к 1990 году составляла порядка 5,9 млн га.

Наиболее значительные величины поглощения CO<sub>2</sub> пастбищами приходятся на Мангистаускую, Атыраускую, Западно-Казахстанскую, Костанайскую, Карагандинскую области с обширными площадями пустынных и полупустынных пастбищ и минимальными нагрузками скота.

*Методологические вопросы, используемая информация.* Расчеты парниковых газов за 1990...2021 годы для ключевой категории Пастбища выполнялись в соответствии с Руководящими принципами (Руководящие принципы, 2006; Улучшения, 2019), с учетом местных условий и имеющейся статистической информации.

Представление пастбищных земель для расчетов углерода выполнялись аналогично структуре

Таблица 9

Динамика поглощения (-) / эмиссии (+) CO<sub>2</sub> для категории земель Пастбища на территории Республики Казахстан по расчетам за 1990...2021 гг.

Годы	Площадь, тыс. га	Изменение запаса углерода, тыс. т/ год			Поглощение (-) / эмиссия (+), тыс. т/год CO <sub>2</sub>
		Фитомасса	МОВ	Почва	
1990	187232,3	626	444,00	810,00	-6539,0
1995	189809,0	2479,5	1316,50	4451,30	-24504,6
2000	192096,5	4333	2188,90	8092,60	-43767,0
2005	193484,7	2948,2	1490,40	3016,00	-29923,3
2010	193535,2	1663,3	791,90	-2060,70	-5751,2
2015	191652,5	1861,3	1123,90	752,50	-10185,4
2020	189450,6	2159,3	1456,00	3565,80	-23629,1
2021	189111,6	1569,7	1156,60	5115,80	-25531,6

структуре распределения пастбищных земель в составе Земельного фонда Республики Казахстан, что оправдывается условиями современного «бессистемного» использования пастбищ (таблица 10)

Таблица 10

Представление пастбищных земель Казахстана по подкатегориям управления за 1991...2021 гг. и базовые конверсионные коэффициенты для расчетов динамики углерода «бессистемный»

Категории и подкатегории пастбищ	Коэффициенты конверсии (базовые) для расчета запасов углерода ( $F_1$ ; $F_2$ )	Годы				
		1990	2000	2010	2020	2021
А Общая площадь пастбищ		182126	187081	188361	184318	183994
1.0 Земли сельскохозяйственного назначения		155236	61280	60943,7	75599	80595
1.1 В том числе обводненные		138800,0	40580,0	38160,8	45940,0	48494,2
1.1.1 Пастбища сбитые	$F_1=0,60$ ; $F_2=0,70$ ;	24425,0	9589,0	6718,6	6305,0	6194,0
1.1.2 Пастбища улучшенные используются	$F_1=1,1...0,80$ ; $F_2=0,82...0,90$ ;	5900,0	2602,4	3959,0	4013,0	4012,1
1.1.3 Пастбища природные используются умеренно деградированные	$F_1=0,80$ ; $F_2=0,90$ ;	108475,0	28388,6	27483,2	35622,0	38288,1
1.2 Пастбища не обводненные, используются слабо	$F_1=0,98$ ; $F_2=0,99$ ;	16435,7	20700,4	22782,9	29659,1	32100,4
2.1 Земли населенных пунктов. Пастбища интенсивно используются	$F_1=0,60$ ; $F_2=0,70$ ;	2700,0	17536,0	20406,4	20820,0	20931,0
3.0 Земли запаса, не используемые		10344,0	93484,0	88122,7	71972,0	66608,6
3.1 Пашня, временно выведенная в пастбища		0,0	5950,0	6416,5	5237,6	5067,4
3.У. Пастбища улучшенные	$F_1=1,0...0,95$ ; $F_2=0,82...0,93$ ;	0,0	2251,3	2059,4	1746,4	1686,8
3.2 Пастбища природные	$F_1=0,8...0,95$ ; $F_2=0,90...0,93$ ;	10344,0	85282,7	79646,8	64988,0	59854,4
4.1 Земли иных ведомств. Пастбища используются слабо	$F_1=0,98$ ; $F_2=0,99$ ;	13130,7	12798,4	12346,6	10723,9	10682,0
5.1 Земли в аренде др. государств. пастбища слабо используются	$F_1=0,98$ ; $F_2=0,99$ ;	789,3	1983,0	6542,5	5186,7	5177,0
6.1 Сенокосы	$F_1=0,98$ ; $F_2=1,0$ ;	5106,3	5015,5	5174,2	5132,6	5117,4

\* - данные (Лебедь, 2014) и аналогичные за другие годы

Запасы углерода и годовые их изменения рассчитывались с использованием смешанных подходов технического уровня 2, в сочетании с уровнем 1. В основу методики расчета углерода положен метод баланса. Годовые изменения расчёта углерода рассчитываются из разницы объемов углерода в два момента времени, накапливаемого в системе с использованием эталонов углерода и конверсионных коэффициентов их изменений (Лебедь, 2014; Руководящие принципы, 2006). Для эталонов углерода, используемых для оценки динамики углерода на национальном уровне, запасы составляли 2,77 тонн/га – живая биомасса, 4,11 тонн/га – мертвая биомасса и 51,3 тонн/га – почва минеральная, поверхностный горизонт 0...30 см.

В качестве исходной информации использовались надежные статистические данные из Государственного архива земельных ресурсов МСХ РК (Аналитический отчет, 2019 и др.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в статье научные результаты касаются улучшения отчетности для кадастра выбросов из источников и абсорбции углекислого газа ( $CO_2$ ), связанных с землепользованием, которые ежегодно представляются в национальный доклад Республики Казахстан как стороной Конвенции РКИК ООН. В частности, авторами оценена динамика углерода и выбросы/поглощения  $CO_2$  для ключевых категорий Лесные площади,

Возделываемые земли, Пастбища в условиях экстенсивного ведения сельского хозяйства и землепользования за 1990...2021 гг. В процессе расчетов использовалась систематизированная статистическая информация из Государственных кадастров по землепользованию и природным ресурсам.

Полученные результаты подтверждают возможность оценки выбросов/поглощения парниковых газов на Втором уровне методологического подхода с представлением результатов на региональном (областном) уровне, с использованием имеющейся информации в Республике Казахстан.

Для представления в перспективе на Третьем методологическом уровне ландшафтных единиц крупного масштаба требуется использовать космическую информацию среднего и крупного масштабов съемок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный атлас Республики Национальный Казахстан. - Том 3. Окружающая среда и экология. - Алматы, 2006.
2. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, т.4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования, МГЭИК, 2006.
3. Уточнения 2019 к Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006, МГЭИК, 2019
4. Лесной кодекс Республики Казахстан (утвержден от 8 июля 2003 года, № 477-II).
5. Инструкция проведения лесоустройства в Государственном лесном фонде, КЛХЖМ МЭГПР РК, Астана, 2012.
6. Нормативы для таксации лесов Казахстана. - Алма-Ата. - Кайнар, 1987. 320 с.
7. Инструкция проведения лесоустройства РК (утверждены приказом Председателя Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства РК. 5 декабря 2005 года N 268).
8. Правила проведения агрохимического обследования почв. Астана. 2014.
9. Методическое руководство по проведению агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий. Алматы, КазНИИП и А, 2007 г. РК, 2007, 45 с.
10. Правила учета земель и ведения государственного земельного кадастра. Астана. 2014.
11. Земельный кодекс Республики Казахстан. 2003. Астана.
12. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан. Государственный комитет по земельным отношениям и землеустройству. Алматы, 1994.
13. Базилевич Н. И. Первичная продуктивность природных экосистем Северо-восточной Евразии, Москва. Наука, 1994, - 312с.
14. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республи-

- ки Казахстан за 2020 год, Астана, 2019г. 290 с.
15. Геоботанические работы в системе землеустройства Республики Казахстан (состояние и перспективы) / под общей редакцией З.Д. Дюсенбекова. - Астана. 2005.
16. Почвы Казахской ССР, выпуск 1. Северо-Казахстанская область. Алма-Ата, 1960.
17. Лебедь Л. В., Иорганский А. И. К зональному распределению почвенного углерода в Казахстане // Научно-технический журнал «Гидрометеорология и Экология» №1, 2014г. с.132-143.
18. Инструкция проведения лесоустройства, КЛХЖМ МЭГПР РК, Астана, 2012.
19. Нурмухамбетова Г. Д. Эколого-геоботаническая характеристика сорной растительности степной зоны (Костанайская область) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Алматы, 2002.
20. Пермитина Т. Ф., Огарь Н. П. Оценка антропогенной деградации почв Актыубинской области // Материалы Международной научно-практической конференции «Рациональное использование почвенных ресурсов и их экология». - Алматы, 2012.
21. Руководящие указания по эффективной практике и учете факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов, РУЭП 2000.
22. Жамбакин Ж. А. Пастбища Казахстана. Технология использования. - Алматы. - Кайнар, 1995.
23. Лебедь Л. В. Опустынивание пастбищ и динамика углеродопоглощения в условиях экстенсивного землепользования в Казахстане // Материалы 1-ой Международной научно-практической конференции «Опустынивание Центральной Азии: оценка, прогноз, управление», Астана, Казахстан, 25- 27 сентября 2014 г., с. 325- 332.

### REFERENCES

1. Natsional'nyi atlas Respubliki Natsional'nyi Kazakhstan. - Tom 3. Okruzhayushchaya sreda i ekologiya. - Almaty, 2006.
2. Rukovodyashchie printsipy natsional'nykh inventarizatsii parnikovoykh gazov, t.4. Sel'skoe khozyaistvo, lesnoe khozyaistvo i drugie vidy zemlepol'zovaniya, MGEIK, 2006.
3. Utochneniya 2019 k Rukovodyaschim principam nacionalnih inventarizatsii parnikovih gazov MGEIK. -2019.
4. Lesnoi kodeks Respubliki Kazakhstan (utverzhdn ot 8 iyulya 2003 goda, № 477-II).
5. Instruktsiya provedeniya lesoustroistva v Gosudarstvennom lesnom fonde, KLKhZhM MEGPR RK, Astana, 2012.
6. Normativy dlya taksatsii lesov Kazakhstan. - Alma-Ata. - Kainar, 1987. 320 p.
7. Instruktsiya provedeniya lesoustroistva RK (utverzhdny prikazom Predsedatelya Komiteta lesnogo i okhotnich'ego khozyaistva Ministerstva sel'skogo khozyaistva RK. 5 dekabrya 2005 goda N 268).
8. Pravila provedeniya agrokhimicheskogo obsledovaniya pochv. Astana. 2014.
9. Metodicheskoe rukovodstvo po provedeniyu agrokhimicheskogo obsledovaniya pochv sel'skokhozyaistvennykh ugodii. Almaty, KazNIIP i A, 2007g. RK, 2007, 45 p.
10. Pravila ucheta zemel' i vedeniya gosudarstvennogo zemel'nogo kadastra. Astana. 2014.



11. Zemel'nyi kodeks Respubliki Kazakhstan. 2003. Astana.
12. Nauchno metodicheskie ukazaniya po monitoringu zemel' Respubliki Kazakhstan. Gosudarstvennyi komitet po zemel'nyim otnosheniyam i zemleustroistvu. Almaty, 1994.
13. Bazilevich N. I. Pervichnaya produktivnost' prirodnykh ekosistem Severo-vostochnoi Evrazii, Moskva. Nauka, 1994, - 312 p.
14. Svodnyi analiticheskii otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan za 2020 god, Astana, 2019. - 290 p.
15. Geobotanicheskie raboty v sisteme zemleustroistva Respubliki Kazakhstan (sostoyanie i perspektivy) / pod obshchei redaktsiei Z.D. Dyusenbekova. - Astana. 2005.
16. Pochvy Kazakhskoi SSR, vypusk 1. Severo Kazakhstanskaya oblast'. Alma-Ata, 1960.
17. Lebed L. V., Iorganskii A. I. K zonalnomu raspredeleniyu pochvennogo ugleroda v Kazakhstane // Nauchno-tehnicheskii zhurnal «Gidrometeorologiya i Ekologiya» №1, 2014. p. 132-143.
18. Instruksiya provedeniya lesoustroistva, KLKhZhM MEGPR RK, Astana, 2012.
19. Nurmukhambetova G. D. Ekologo-geobotanicheskaya kharakteristika sornoi rastitel'nosti stepnoi zony (Kostanaiskaya oblast') // Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata biologicheskikh nauk, Almaty, 2002.
20. Permitina T. F., Ogar' N. P. Otsenka antropogennoi degradatsii pochv Aktyubinskoi oblasti //Materialy Mezhdunarodnoi nauchno- prakticheskoi konferentsii «Ratsional'noe ispol'zovanie pochvennykh resursov i ikh ekologiya». - Almaty, 2012.
21. Rukovodyashchie ukazaniya po effektivnoi praktike i uchete faktorov neopredelennosti v natsional'nykh kadastrakh parnikovyykh gazov, RUEP 2000.
22. Zhambakin Zh. A. Pastbishcha Kazakhstana. Tekhnologiya ispol'zovaniya. - Almaty. - Kainar, 1995.
23. Lebed' L. V. Opustynivanie pastbishch i dinamika uglerodopogloshcheniya v usloviyakh ekstensivnogo zemlepol'zovaniya v Kazakhstane // Materialy 1-oi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Opustynivanie Tsentral'noi Azii: otsenka, prognoz, upravlenie», Astana, Kazakhstan, 25-27 sentyabrya 2014, p. 325- 332.

**ОРМАН ЖӘНЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ АНТРОПОГЕНДІК ШЫҒАРЫНДЫЛАР КӨЗІ ЖӘНЕ ПАРНИКТІК ГАЗДАРДЫ СІҢГІГІШТЕМЕН АБСОРБЦИЯЛАУДЫ ЕСЕПТЕУ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЖЫЛ САЙЫНҒЫ ҰЛТТЫҚ БАЯНДАМАСЫ ҮШІН**

**Л.В. Лебедь<sup>1</sup>** Г.Ф.К., **Д. А. Касенова<sup>1</sup>**, **А.С. Есекина<sup>1</sup>**, **З.Р. Токпаев<sup>1</sup>**, **Н.К.Сулейменов<sup>2</sup>**, **А.Н. Быков<sup>3</sup>**, **Н.И. Васильченко<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>АО «Жасыл даму» ҚР ЭТРМ, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>РМҚК «Қазақ Орман Орналастыру Кәсіпорны» КЛХДВЗ ОШЖДК ҚР ЭТРМ, Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup>Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы министрлігінің «Агрехимия қызметі Республикалық ғылыми-әдістемелік орталығы» Республикалық мемлекеттік мекемесі, Астана, Қазақстан

<sup>4</sup>«Азаматтарға арналған үкімет» мемлекеттік корпорациясы» КЕАҚ, Астана, Қазақстан  
E-mail: zufartokpaev@mail.ru

Мақалада келтірілген нәтижелер Монреаль хаттамасымен реттелмейтін парниктік газдардың жер пайдалану бөлігінде көздерден антропогендік шығарындылар және сіңіру (сіңіру) кадастры туралы Ұлттық баяндаманы дайындау процесінде алынды. Баяндаманы Қазақстан Республикасы жыл сайын БҰҰ-ның Климаттың өзгеруі туралы негіздемілік конвенциясының (БҰҰ ӨКК) тарабы ретінде ұсынады. Қазақстан Республикасында жерді пайдаланумен байланысты көмірқышқыл газының (СО<sub>2</sub>) динамикасының 1991...2020 ж.алдын ала орындалған есептеулері оның атмосферадан табиғи экожүйелермен сіңуі жылына 3-тен 50-60 млн. тоннаға дейін болуы мүмкін екенін көрсетті, ал атмосфераға шығарындылар - жылына 10-нан 45 млн. тоннаға дейін. Зерттеу барысында әртүрлі аумақтық деңгейлердегі СО<sub>2</sub> антропогендік ағындарын есептей отырып, жер пайдалану мен жер ресурстарының жер үсті мониторингінің елдегі қолданыстағы жүйесіне егжей-тегжейлі талдау жасалды. Алынған нәтижелер аймақтық және облыстық деңгейде парниктік газдарды есептеу мүмкіндігін растайды. Осылайша, жерді пайдалануға байланысты парниктік газдар ағындарының есептеулерін қосымша бақылау және табиғи экожүйелер (Орман алқаптары мен Жайылымдар) үшін сіңіру көлемінің ықтимал ұлғаю әлеуетін бағалау және

Өңделген жерлерде агроэкожүйе үшін шығарындыларды азайту мүмкіндігі расталады.

**Түйін сөздер:** парниктік газдар, орман шаруашылығы, егістік алқаптар, жайылымдар

**FOR THE CALCULATIONS OF ANTHROPOGENIC EMISSIONS FROM SOURCES AND REMOVALS BY SINKS OF GREEN HOUSE GASES IN FORESTRY AND AGRICULTURE FOR THE ANNUAL NATIONAL REPORT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**L.V. Lebed**<sup>1</sup> candidate of the geographical sciences, **D.A. Kassenova**<sup>1</sup>, **A.S. Yessekina**<sup>1</sup>, **Z.R. Tokpayev**<sup>1</sup>, **N.K. Suleimenov**<sup>2</sup>, **A.N. Bykov**<sup>3</sup>, **N.I. Vasilchenko**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>JSC “Zhasyl Damu” MENR RK, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>RSE “Kazakh Forestry Enterprise” FWC MENR RK, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>State Institution “RSMC Agrochemical Service” MA RK, Astana, Kazakhstan

<sup>4</sup>Specialized «State-owned corporation «Government for citizens» NJSC RK, Astana, Kazakhstan

E-mail: zufartokpaev@mail.ru

The results presented in the article were obtained in the process of preparing the National Report on the inventory of anthropogenic emissions from sources and absorption of greenhouse gases not regulated by the Montreal Protocol, in terms of land use. The report is submitted annually by the Republic of Kazakhstan, as a party to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Preliminary calculations of the dynamics of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) associated with land use in the Republic of Kazakhstan for 1991...2020 showed that its absorption from the atmosphere by natural ecosystems could range from 3 to 50...60 million tons per year, and emissions into the atmosphere – from 10 to 45 million tons/year. In the process of research, a detailed analysis of the country’s existing system of ground-based monitoring of land use and land resources was carried out with calculations of anthropogenic CO<sub>2</sub> flows at various territorial levels. The results obtained confirm the possibility of calculating greenhouse gases at the zonal and regional levels. This confirms the possibility of additional control of calculations of greenhouse gas fluxes associated with land use and assessment of the potential for a possible increase in absorption volumes for natural ecosystems (Forests and Pastures) and reductions in emissions for the Croplands agroecosystem.

**Key words:** greenhouse gases, forestry, cropland, grassland

**Сведения об авторах/Авторлар туралы мәліметтер/Information about authors:**

**Лебедь Любовь Васильевна** – кандидат географических наук, Национальный эксперт, Алматы, lebed@inbox.ru, г. Алматы

**Касенова Дана Адилхановна** – менеджер Департамента инвентаризации парниковых газов, АО «Жасыл даму», Астана, danbocha@mail.ru

**Есекина Айман Сериковна** - Директор Департамента инвентаризации парниковых газов, АО «Жасыл даму», Астана, res.85@mail.ru

**Токпаев Zufar Решатович** – главный менеджер Департамента инвентаризации парниковых газов, АО «Жасыл даму», Алматы, <https://orcid.org/0009-0007-1414-2607>, zufartokpaev@mail.ru

**Сулейменов Нурлан Куанышович** – Заместитель директора РГКП Казахское лесостроительное предприятие, Алматы, n.suleimenov@mail.ru

**Александр Николаевич Быков** – ГУ «РНМ Агрохимическая служба» МСХ РК, Астана

**Николай Иванович Васильченко** – кандидат сельскохозяйственных наук, эксперт НАО «Государственная корпорация «Правительство для граждан», Астана, vasilchenko-nikolay@mail.ru

**Лебедь Любовь Васильевна** - география ғылымдарының кандидаты, ұлттық сарапшы, Алматы, lebed@inbox.

**Қасенова Дана Әділханқызы** – «Жасыл даму» ақ парниктік газдарды түгендеу департаментінің менеджері, Астана, danbocha@mail.ru

**Есекина Айман Серікқызы** – «Жасыл даму» ақ парниктік газдарды түгендеу департаментінің директоры, Астана, res.85@mail.ru

**Токпаев Zufar Решатұлы** - парниктік газдарды түгендеу департаментінің бас менеджері, «Жасыл даму» АҚ, Алматы, <https://orcid.org/0009-0007-1414-2607>, zufartokpaev@mail.ru

**Сүлейменов Нұрлан Қуанышұлы** – Қазақ орман орналастыру кәсіпорны РМҚК директорының орынбасары, Алматы, n.suleimenov@mail.ru

**Александр Николаевич Быков** - Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы министрлігінің «Агрохимия қызметі Республикалық ғылыми-әдістемелік орталығы» Республикалық мемлекеттік мекемесі, Астана

**Николай Иванович Васильченко** - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Азаматтарға арналған үкімет «мемлекеттік корпорациясы» КЕАҚ сарапшысы, Астана, vassilchenko-nikolay@mail.ru

**Lebed Lyubov Vasilyevna** – Candidate of Geographical Sciences, National Expert, Almaty, llebed@inbox.ru

**Kassenova Dana Adilkhanovna** – Manager of the Greenhouse Gas Inventory Department, JSC “Zhasyl Damu”, Astana, danbocha@mail.ru

**Yessekina Ayman Serikovna** – Director of the Greenhouse Gas Inventory Department, Zhasyl Damu JSC, Astana, res.85@mail.ru

**Tokpaev Zufar Reshatovich** – Chief Manager of the Greenhouse Gas Inventory Department, JSC “Zhasyl Damu”, Almaty city, <https://orcid.org/0009-0007-1414-2607>, zufartokpaev@mail.ru

**Suleimenov Nurlan Kuanyshovich** – Deputy Director of the RSE Kazakh Forestry Enterprise, Almaty, n.suleimenov@mail.ru

**Alexander Nikolaevich Bykov** - State Institution “RSMC Agrochemical Service”, Astana

**Nikolay Ivanovich Vasilchenko** – Candidate of Agricultural Sciences, expert of NAO «State Corporation «Government for Citizens», Astana, vassilchenko-nikolay@mail.ru