МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЖАСЫЛ ДАМУ»

Опубликованная аналитическая статья по динамике национальной инвентаризации за последние 10 лет

Астана
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

«Опубликованная аналитическая статья по динамике национальной инвентаризации за последние 10 лет»

№	ФИО	Должность	Подпись
1	Кабдолданов Нуржан Кенесбаевич	Заместитель Председателя Правления, член Правления АО «Жасыл даму»	
2	Есекина Айман Сериковна	Директор Департамента инвентаризации парниковых газов АО «Жасыл даму»	

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

№3
2023

Қазақстан Республикасының Экология және табиғи ресурстар Министрлігі «Қазгидромет» Республикалық мемлекеттік кәсіпорны

Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

Ministry of Ecology and natural resources Republic of Kazakhstan Republican State Enterprise "Kazgidromet"

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

Quarterly
scientific and technical journal

№3

Астана, 2023
Astana, 2023

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Д.К. Алимбаева

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА С.Б. Саиров

ОТВЕСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ А.Ғ. Елтай

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Н.Н. Абаев (Астана, Казахстан)
Р.Г. Абдрахимов (Алматы, Казахстан)
А.А. Волчек (Брест, Беларусь)
А.В. Галаева (Алматы, Казахстан)
А. Гафуров (Потсдам, Германия)
Е.Ж. Муртазин (Алматы, Казахстан)
Ж.С. Мустафаев (Алматы, Казахстан)
Ж.К. Наурозбаева (Алматы, Казахстан)
К. Опп (Марбург, ФРГ)
Е.В. Островская (Астрахань, Россия)
В.Г. Сальников (Алматы, Казахстан)
Б.С. Степанов (Алматы, Казахстан)
С.Г. Сафаров (Баку, Азербайджан)
А.Г. Терехов (Алматы, Казахстан)
А.В. Чередниченко (Алматы, Казахстан)
Р.К. Яфязова (Алматы, Казахстан)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ
№ 3 (110)

© Журнал издается с 1995 года.
Регистрационное свидетельство
№ KZ13VPY00070023 от 15 мая 2023 г.
Адрес редакции: 010000, Астана,
пр. Мәңгілік Ел, 11/1, к. 612
Телефон: (7172) 79-83-12;
E-mail: hydromet.journal@gmail.com
http://www.kazhydromet.kz
http://journal.kazhydromet.kz

EDITOR-IN-CHIEF D. Alimbayeva

DEPUTY CHIEF EDITORS S. Sairov

EXECUTIVE SECRETARY A.Yeltay

EDITORAL BOARD N. Abayev (Astana, Kazakhstan)
R. Abdralhimov (Almaty, Kazakhstan)
A.Volchek (Brest, Belerus)
A.Galayeva (Almaty, Kazakhstan)
E.Murtazin (Almaty, Kazakhstan)
Zh. Mustafayev (Almaty, Kazakhstan)
Zh. Naurozbayeva (Almaty, Kazakhstan)
C. Opp (Marburg, Germany)
E. Ostrovskaya (Astrakhan, Russia)
V. Salnikov (Almaty, Kazakhstan)
B. Stepanov (Almaty, Kazakhstan)
S. Safarov (Baku, Azerbaijan)
A.Terekhov (Almaty, Kazakhstan)
A.Cherednichenko (Almaty, Kazakhstan)
R. Yafyazova (Almaty, Kazakhstan)

HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY
№ 3 (110)

© Published since 1995.
Registration certificate
№ KZ13VPY00070023 from 15 may 2023.
Address: 010000, Astana,
Mangilik El Ave., 11/1 office 612
Phone (7172) 79-83-12;
E-mail: hydromet.journal@gmail.com
http://www.kazhydromet.kz
http://journal.kazhydromet.kz

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.С. Есекина, З.Р. Токпаев, А.В. Чередниченко, Ә.А. Қасенов, Э.М. Ермаханова, Д.А. Касенова, С.Г. Абдрахим, А.Т. Шорман
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ И ПОГЛОЩЕНИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В КАЗАХСТАНЕ ЗА 2012...2021 ГГ.....6

Н.Н. Абаев, Т.А. Тілләкәрім, Д.Б. Ракишев
КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ВОДОСБОРОВ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕК БУКТЫРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....24

Н.У. Бултеков
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В 2012-2023 ГГ.....32

Т.А. Безуглый
ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....43

ОБЗОР

A. Yeltay, L. Bazarbay, G. Shishkina
OVERVIEW OF REMOTE SENSING DATA ON WAVE PROCESSES IN THE KAZAKH PART OF THE CASPIAN SEA.....52

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

A.S. Yessekina, Z.R. Tokpayev, A.V. Cherednichenko, A.A. Kassenov, E.M. Yermakhanova, D.A. Kassenova, S.G. Abdrakhim, A.T. Shorman
ANALYSIS OF NATIONAL GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND REMOVALS IN KAZAKHSTAN FOR 2012...2021…….....6

N.N. Abayev, T.A. Tillakarim, D.B. Rakishev
CLIMATIC PROFILE OF THE CATCHMENT BASIN OF RIGHT-BANK TRIBUTARIES RIVERS OF THE BUKHTARMA RESERVOIR……...….....24

N.Bultekov
RESULTS OF THE PROJECT ON MODERNIZATION OF HYDROMETEOROLOGICAL SERVICES IN CENTRAL ASIA FROM 2012 TO 2023.....32

T.A. Bezuglyy
EXPERIENCE IN DETECTING UNAUTHORIZED LANDFILLS BY ANALYZING SATELLITE IMAGES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....43

REVIEW

A. Yeltay, L. Bazarbay, G. Shishkina
OVERVIEW OF REMOTE SENSING DATA ON WAVE PROCESSES IN THE KAZAKH PART OF THE CASPIAN SEA.....52

УДК 504.75;620.98;054.75 **МРНТИ 87.05.31;87.17.15**

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ И ПОГЛОЩЕНИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В КАЗАХСТАНЕ ЗА 2012...2021 ГГ.

А.С. Есекина, З.Р. Токпаев*, А.В. Чередниченко д.г.н., профессор**, Ә.А. Қасенов, Э.М. Ермаханова, Д.А. Касенова, С.Г. Абдрахим, А.Т. Шорман**

АО «Жасыл даму», г. Астана, Республика Казахстан
E-mail: z.tokpaev@recycle.kz

Представлен обзор национальных выбросов парниковых газов от Казахстана за 2012-2021 гг. (последние 10 лет согласно графику подачи отчетности в рамках РКИК ООН) в разбивке по секторам и категориям МГЭИК. Показаны источники данных и общая методология оценки выбросов. Рассмотрены основные тренды, описаны причины изменения эмиссии и поглощения парниковых газов. Представлены ключевые сектора и категории, образующие основные выбросы. Даны рекомендации по выполнению обязательств Казахстана в рамках Парижского соглашения. Показано, что имеется определённый результат усилий страны по снижению суммарной эмиссии парниковых газов в рамках достижения определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ).

Ключевые слова: парниковые газы, двуокись углерода, изменение климата, IPCC

Поступила: 28.06.23
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-110-3-6-23

ВВЕДЕНИЕ

Республика Казахстан является активным участником Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) (РКИК ООН; 1992), Киотского протокола и Парижского соглашения (Киото, 1997; Париж, 2015). Одним из основных обязательств страны в рамках этого процесса является ежегодное представление в Секретариат РКИК ООН Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (НДК) (Национальный Доклад о Кадастре парниковых газов Республики Казахстана) (НДК, 2023) и электронных таблиц отчетности о выбросах и поглощениях парниковых газов по всем секторам экономики. В соответствии с заключением Конференции Сторон РКИК ООН (UNFCCC, 2002) Казахстан считается Стороной Приложения I для целей Киотского протокола, но остается Стороной, не включенной в Приложение I, для целей Конвенции (Киото, 1997). Из этого следует, что НДК должен соответствовать самым высоким требованиям наравне с ведущими странами мира. Авторы приводят анализ динамики выбросов парниковых газов 2012...2021 гг. на основе последней на данный момент национальной инвентаризации парниковых газов Казахстана.

Целью данной работы является выполнить анализ и изыскать пути по снижению эмиссии парниковых газов (ПГ) от уровня 1990 г. и понять перспективы выполнения своих обязательств в рамках определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ). Работа выполнена в рамках 038 Бюджетной программы «Сокращение выбросов парниковых газов», основной целью которой является переход Республики Казахстан к низкоуглеродному развитию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценка выбросов парниковых газов проведена в соответствии с «Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г.» (Введение, 2006), при этом в расчетах применялась комбинация из трех уровней сложности расчетов. Уровень 1 – это базовый метод, использующий коэффициенты выбросов по умолчанию, уровень 2 – промежуточный, использующий расширенные данные по стране, а уровень 3 – наиболее сложный с точки зрения трудоемкости и потребности в данных, использует данные непосредственно предприятий. Уровни 2 и 3 являются методами более высокого уровня и считаются более точными. Для источников выбросов парниковых газов, которые являются наиболее значительными, применялись более высокие методы расчетов. Основным источником данных для расчетов выбросов парниковых газов в секторе «Энергетическая деятельность», «Сельское хозяйство» и «Отходы» являются данные Бюро национальной статистики (БНС) Агентства по Стратегическому планированию и реформам РК (АСПИР РК) (топливно-энергетический баланс РК, поголовье животных, урожайность сельскохозяйственных культур, население и др.) (Статистический ежегодник, 2022). В секторе «Промышленные процессы и использование продуктов» преимущественно использовались данные соответствующих промышленных предприятий (металлургия, минералы и др.) (Казахстан в цифрах, 2022), а в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) данные структурных подразделений министерства сельского хозяйства (содержание гумуса в почве и др.).

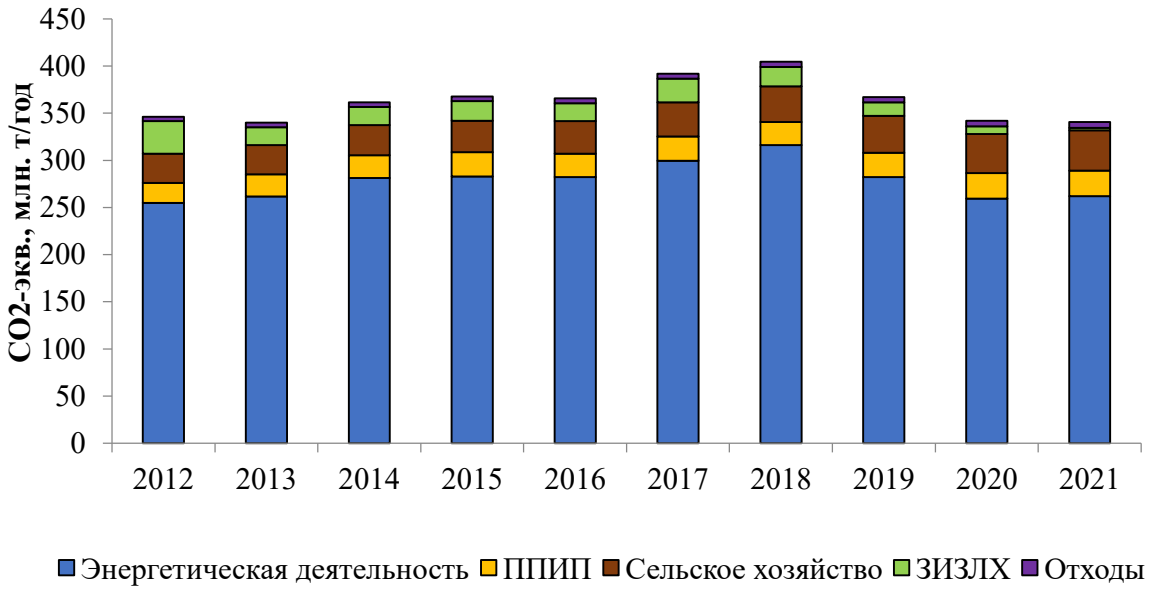

Рис.1. *Динамика национальных выбросов парниковых газов по секторам МГЭИК в Казахстане за 2012…2021 гг. ППИП – промышленные процессы и использование продуктов, ЗИЗЛХ – землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство*

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ

Общие национальные выбросы парниковых газов за период с 2012 г. по 2021 г. сократились на 1,55 % в основном за счет изменения эмиссии парниковых газов (далее - эмиссии или выбросы) в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) (рисунок 1).

Начиная с 2012 г. происходил плавный рост национальных выбросов парниковых газов, пик которых наблюдался в 2018 году и составил 404,5 млн. тонн CO_2-экв., после чего происходит

снижение выбросов, продолжающееся в последние годы. В 2021 году по отношению к 2020 г. общие эмиссии снизились на 0,37 % и составили 340,8 млн. тонн CO_2-экв. Такой спад в первую очередь связан с пандемией COVID-19, и, как следствие, снижением общего объема производства, уменьшения пассажирских и грузовых перевозок всеми видами транспорта. При этом если сравнивать с 1990 годом, который является базовым годом для обязательств Казахстана в рамках Парижского соглашения, то выбросы в 2021 г. по отношению к базовому году уменьшились на 10,35 %.

Для понимания «запаса прочности», который еще есть для сокращения национальных выбросов парниковых газов в Республике необходимо провести подробный анализ их динамики в разрезе секторов и основных категорий, предложенных Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Энергетическая деятельность

В настоящее время, несмотря на внедрение «чистых технологий», в первую очередь в электрогенерации, основным критерием развития страны являются объемы эмиссии парниковых газов именно в секторе «Энергетическая деятельность». Как правило, ее доля в общих выбросах варьирует от 65 до 80 % (МГЭИК, 2023). В Республике Казахстан в 2021 г. вклад энергетической деятельности в общие эмиссии страны составил около 77 %, или 261,933 млн тонн CO_2-экв. Отметим, что это на 17,2 % меньше базового уровня 1990 г. Если рассматривать общую динамику изменения эмиссий за последние 10 лет, то показатели 2021 г. будут являться средними для всего периода, за исключением 2017 и 2018 гг. В отмеченные годы эмиссии парниковых газов от категории были близки к уровню 1990 г. (рисунок 2).

Существенное уменьшение эмиссий за последние три года может объясняться общим снижением потребления энергии на фоне пандемии и износом основных производственных мощностей, которые имеются в Республике. В настоящее время в стране отмечается дефицит собственных мощностей и, соответственно, нехватка собственной энергии. По этой причине отмечаемый потенциал снижения общих выбросов ПГ является временным и в будущем, если не будут приняты соответствующие меры, эмиссии скорее всего вернутся к уровню 1990 г.

Помимо традиционного производства энергии и тепла в сектор «Энергетическая деятельность», по классификации МГЭИК входят категории: Обрабатывающая промышленность и строительство, Транспорт, Другие сектора, Прочие сектора, Летучие выбросы (рисунок 2). Соответственно, в разрезе категорий эмиссии ПГ в 2021 г., распределены следующим образом. На долю категории «Энергетическая промышленность» приходится не менее 48,9 % (126,641 млн тонн CO_2-экв) всех эмиссий парниковых газов, что является естественным фактором. Второй значимой категорией является «Другие сектора», ее вклад составил 16,7 %. По отношению к 2020 г. эмиссии от этой категории в 2021 г. увеличились на 24,7 % и составили 43,078 млн тонн CO_2-экв. В динамике за 10 лет, вклад ПГ от этой категории существенно увеличился.

Третью позицию по объемам эмиссий занимает категория «Транспорт», с долей в 9,6 %, или 25,166 млн тонн CO_2-экв. в 2021 г. Выбросы парниковых газов в этой категории превышают базовый уровень 1990 г. на 11,6 %. В целом эмиссии в категории «Транспорт» за последние 10 лет стали снижаться, за исключением провала в 2020 г., из-за существовавших тогда ограничений в связи с пандемией COVID-19.

Доля выбросов парниковых газов от категории «Обрабатывающая промышленность и строительство» в секторе «Энергетическая деятельность» за исследуемый период имела тенденцию к увеличению: эмиссии ПГ категории в 2021 г. составили 24,287 млн тонн CO_2–экв. Доля этой категории составила 9,2 % от общих эмиссий энергетического сектора, объём эмиссий остается вполне стабильным, хотя и отмечается некоторое снижение в динамике последних 10 лет.

Доля выбросов парниковых газов от категории «Прочие источники» в секторе

«Энергетическая деятельность» за 2021 г. составила 0,87 % или 2,279 млн тонн CO_2–экв. Данная категория имеет тенденцию к снижению уровня эмиссии ПГ, по отношению к 1990 г. и в 2021 г. эмиссии снизились на 3 %. В разрезе последних 10 лет, категория имела долю в 9 % в общих эмиссиях, однако последний год показал снижение в 10 раз.

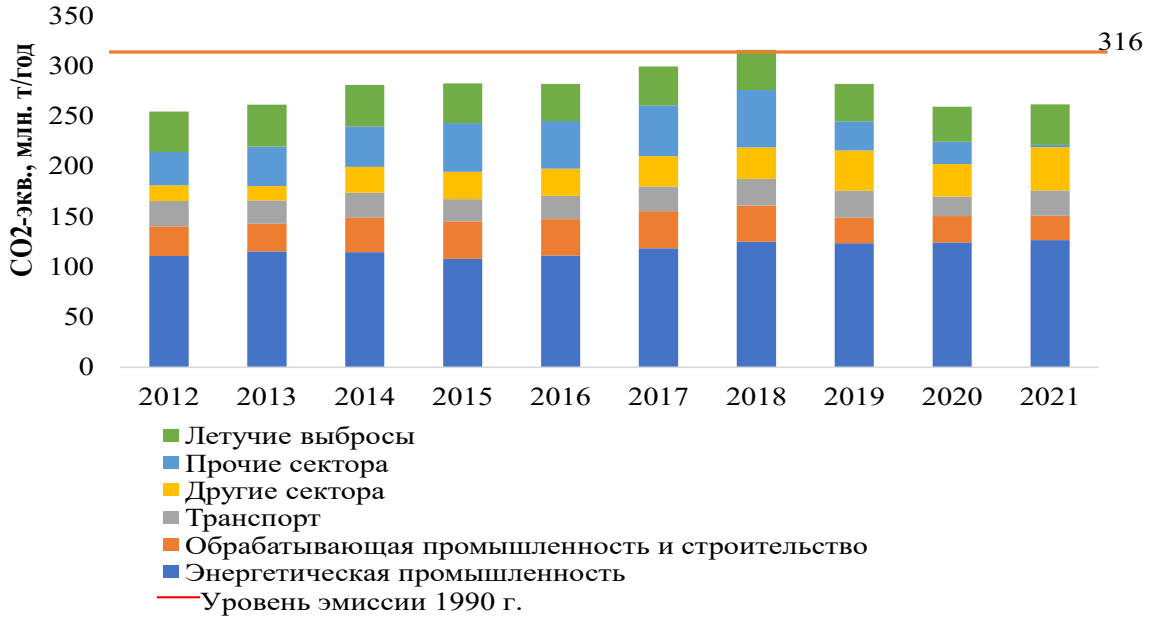

Рис.2. *Динамика эмиссий ПГ в секторе «Энергетическая деятельность»*

Одна из самых динамичных категорий в секторе «Энергетическая деятельность» – «Летучие выбросы». В 2021 г. доля эмиссий снизилась в 2,4 раза по отношению к 1990 г., и составила 40,483 млн т CO_2 экв. Однако, из-за увеличения объемов добычи и транспортировки в последнее время объемы эмиссий в этой категории растут.

Важным критерием оценки эмиссий, является тип используемого топлива в национальном балансе. В 2021 г. в секторе «Энергетическая деятельность» вклад жидкого, твёрдого и газообразного топлива составил 19,9 %, 56 % и 24,1 %, соответственно.

Выбросы CO_2 от жидкого топлива в 2021 г. составили 34,626 млн тонн, что меньше уровня 1990 г. на 53,7 % и больше уровня 2020 г. на 26,5 %. Сокращение выбросов CO_2 относительно 2020 г. связано со снижением производства сырой нефти, снижением импорта автомобильного бензина и дизельного топлива. Согласно данным топливно энергетического баланса (ТЭБ), предоставленным Бюро по статистике АСПИР, добыча сырой нефти в 2020 г. составила 78,6 млн. тонн, тогда как в 2021 г. производство сырой нефти сократилось до 73 млн тонн.

Эмиссии CO2 от сжигания твердого топлива за период 1990…2021 гг., в соответствии с динамикой потребления твердого топлива, показали преобладающую тенденцию к сокращению. Так, в 2021 г. выбросы CO_2 от твердого топлива составили 144,479 млн тонн, что на 17,5 % ниже уровня 1990 года. Относительно 2020 г. отмечается сокращение выбросов CO_2 на 11,1 %. Сокращение выбросов относительно уровня 2020 г. обусловлено увеличением экспорта «угля каменного энергетического» и «угля каменного прочего».

Выбросы CO_2 от сжигания газообразного топлива за период 1990…2021 гг., в соответствии с динамикой потребления газообразного топлива, показали общую тенденцию к росту. Незначительное снижение выбросов в 2021 году связано с уменьшением производства и экспорта природного газа.

В выбросах CO_2 в секторе «Энергетическая деятельность» за период 1990…2021 гг. преобладает доля твердого топлива, что говорит о значительном использовании угля для производства тепло- и электроэнергии. Отмечается устойчивое снижение доли жидкого топлива в выбросах CO_2 и увеличение доли газообразного

топлива без учета снижения потребления топлива в данном секторе.

Оценка всех эмиссий ПГ в секторе «Энергетическая деятельность» проводилась в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК, 2006 (Мобильное сжигание, 2006), за весь период, что позволяет сравнивать полученные результаты по подсекторам, представленным далее.

Транспорт.

Транспортная инфраструктура Республики Казахстан представлена сегодня всеми известными видами транспорта. Каждая категория, за 30 лет, пережила сложный период перестройки, связанной с изменением хозяйственных отношений и логистики, а также общим изменением подвижного состава во всех без исключения категориях (Транспорт и связь, 2021; Чередниченко, 2020). В 2021 г, доля транспорта в ВВП страны составляла около 5,9 %.

Рисунок 3 иллюстрирует изменение динамики эмиссии ПГ от всех видов транспорта, используемых в Республике. Можно видеть, что наибольшие выбросы осуществляются «автомобильным транспортом», на его долю приходится порядка 81 %. По 7 % приходится на трубопроводный и внедорожный транспорт, эти две категории вторые по значимости вклада в общие эмиссии ПГ. Еще одним довольно значительным источником является железнодорожный транспорт. На его долю приходится 4 % всех эмиссий. Почти 1 % приходится на авиационный транспорт и совсем незначительный вклад вносит водный транспорт, - около 0,2 %.

Из сказанного выше, понятно, что наиболее перспективно реализовывать мероприятия по сокращению эмиссии ПГ именно в категории «Автомобильный транспорт», так как его доля наиболее существенна. Напомним, что данная категория охватывает такие подкатегории как: легковые автомобили, грузовые автомобили и автобусы (COPERT, 2023; МГЭИК, 2023). Наибольшие эмиссии в этой категории осуществляют именно легковые автомобили - 87 %. Порядка 11 % приходится на грузовой и коммерческий транспорт, а оставшиеся 2 % приходится на автобусы.

В разрезе используемого топлива, в категории «Автомобильный транспорт», наибольшие эмиссии ПГ осуществляются от потребления бензина – 82 %, транспорт, работающий на дизельном топливе осуществляет порядка 2 % от всех эмиссий ПГ, а на долю транспорта на газовом топливе приходится в настоящее время порядка 9 %. Однако, в бюллетенях БНС имеется еще категория, как смешанный вид топлива, на долю которого приходится порядка 7 % от всех эмиссий в категории «Дорожный транспорт» (Транспорт и связь, 2022). По существу, это бензиновые автомобили, которые имеют газобаллонное оборудование. Так как такие автомобили используют при своей эксплуатации большую часть времени газ, то эта категория агрегируется с транспортом на газовом топливе, доля которого, в этом случае, становится 16 %.

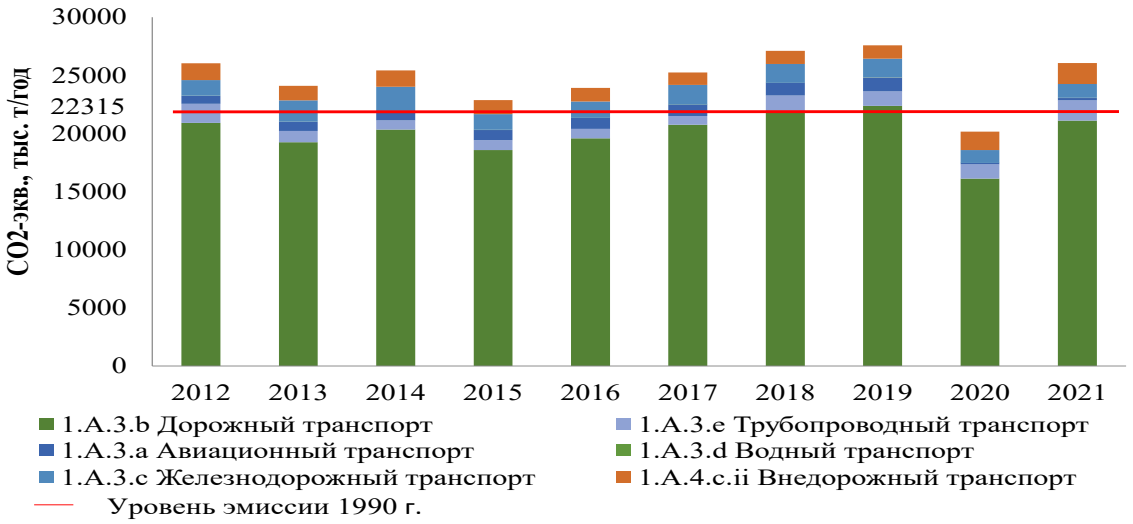

Рис.3. *Эмиссии парниковых газов от транспортного сектора в 1990…2021 гг. (тыс. тонн CO2-эквивалента)*

Рисунок 3 демонстрирует еще один очень важный показатель, за последние 10 лет суммарные эмиссии ПГ от транспорта во все года, за исключением 2020 г., превышали уровень 1990 года, (Седьмое сообщение, 2022). В настоящее время, есть все условия, что такой тренд сохранится и в дальнейшем. При увеличении работы внедорожного транспорта, расширения перелетов отечественными авиационными компаниями и сохранения динамичного роста других категорий, можно ожидать, что эмиссии от транспорта будут увеличиваться. Можно предполагать, что уровень в 27…30 млн тонн CO_2 экв. будет определённым пределом всех возможных потенциальных выбросов. При изменении внутреннего состава автомобильного парка в пользу более новых, технологически совершенных машин, в дальнейшем уровень эмиссий в этой категории будет снижаться, но 8…9 % от общих эмиссий будут удерживаться за счет роста нагрузки в других подкатегориях.

Летучие эмиссии.

Категория «Летучие эмиссии» разделена на две больших подкатегории: «Твердые топлива» и «Жидкие, газообразные топлива». Основной парниковый газ, который учитывается в категории «Летучие эмиссии» является метан, однако, для некоторых сопутствующих процессов таких, как «Сжигание газа в факелах» может присутствовать диоксид углерода.

Все производимые расчеты выполнялись согласно Руководящим принципам МГЭИК, 2006 (Летучие эмиссии, 2006), с рекомендуемыми коэффициентами.

На долю летучих эмиссий в секторе «Энергетическая деятельность» приходилось около 23,4 % в 1990 году, и около 14,1 % в настоящее время. В базовом году эмиссии от летучих эмиссий составили 74146,74 тыс. тонн CO_2 экв, в 2021 г. 41541,09 тыс. тонн CO_2 экв, таким образом уменьшение эмиссий, внутри данного сектора составило 44,4 %.

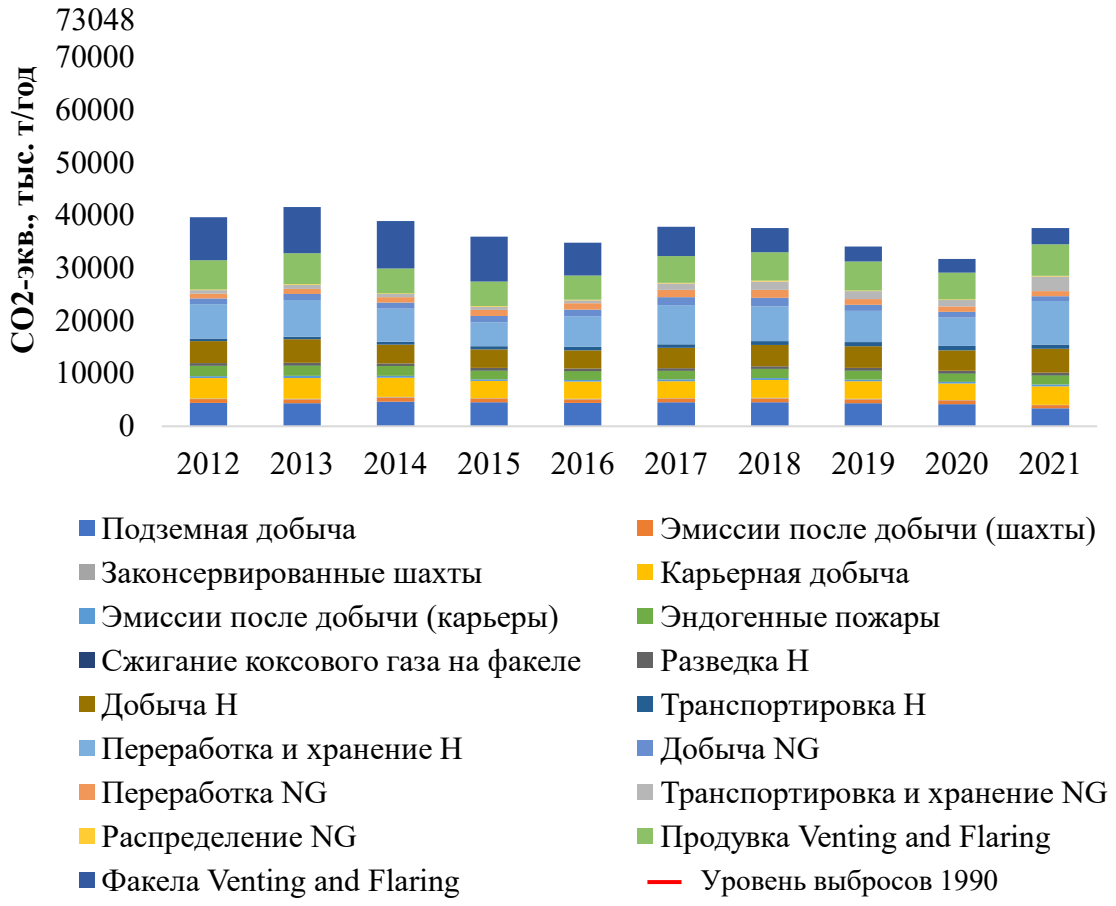

Рис.4. *Суммарные выбросы CO2 по всем подкатегориям «Летучих эмиссий»*

На рисунке 4 представлены общие выбросы парниковых газов от категории «Летучие эмиссии», где отражены, для сравнения доли каждой подкатегории в общей сумме эмиссий. Можно видеть, что несмотря на общее увеличение добычи нефти и газа в настоящее время по сравнению с базовым 1990 годом, эмиссии снизились. Такое положение вызвано несколькими причинами, которые требуют пояснений.

На момент 1990 года наиболее развитой отраслью была добыча угля, доля эмиссий от твердого топлива, составляла 45,3 % или 33561,66 тыс. тонн CO^2 экв. против 24 % или 9688,13 тыс. тонн CO_2 экв в 2021 г. Таким образом, доля от твердого топлива снизилась на 21,3 %. Одной из важнейших причин такого снижения является частичный отказ от добычи угля закрытым способом, а также постепенное наращивание открытой добычи угля, при которой, как известно таких эмиссий происходит значительно меньше (Марочный состав, 2023). В базовый период, на уровень эмиссий сказывался еще и относительно низкий показатель собственной добычи нефти и газа, на рисунке 4 можно увидеть, что в базовом году доля нефти в этом секторе была 43 %, что на 3 % меньше, чем эмиссии от добычи твердого топлива. При этом суммарные эмиссии от добычи газа и сжигания в факелах тоже были незначительные: 4 и 7 % соответственно.

Существенные структурные изменения в отраслях, а также модернизация нефтегазового сектора значительно изменила объем доли эмиссий в общем балансе категории в настоящее время. Доля твердого топлива сократилась на 22 %, увеличилась доля факельного сжигания и вентиляции, до 23 %, которое является некоторым индикатором нефтегазовой отрасли. В четыре раза увеличилась доля эмиссий от газа до 17 % в 2021 г, против 4 % в 1990 г.

Выявленные в ходе анализа колебания согласуются с изменениями объемов добычи угля для разных лет. Проведенные консультации с экспертами Института менеджмента парниковых газов (GHGMI), позволили пересмотреть оценку некоторых подкатегорий. В частности, отнести часть эмиссий от добычи в факельное сжигание, пересчитать морской транспорт, и включить переработку нефти и газа в соответствующих категориях, как это рекомендовано Руководящими принципами национальных инвентаризаций МГЭИК 2006 г (Летучие эмиссии, 2006).

Промышленные процессы и использование продуктов» (ППИП).

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе ППИП включает оценку выбросов от семи категорий: производство минеральных материалов, химической промышленности, металлургической промышленности, использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива, электронной промышленности, использования фторированных заменителей озоноразрушающих веществ (ОРВ), производства и использования других продуктов. Казахстанская инвентаризация ПГ включает шесть категорий из вышеперечисленного перечня, это выбросы от производства минеральных материалов, химической промышленности, металлургической промышленности, использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива, использования фторированных заменителей ОРВ, а также использование гексафторида серы (SF6). Промышленные источники выбросов ПГ в Казахстане представлены такими парниковыми газами как: CO_2, CH_4 и N_2O.

По итогам инвентаризации парниковых газов на протяжении последних 10 лет, с 2012…2021 годы, в секторе ППИП основными источниками выбросов парниковых газов являются такие категории производств как: производство цемента, использование известняка и доломита, производство чугуна и стали, в том числе производство агломерата и производство окатышей; производство ферросплавов, производство алюминия, охлаждение и кондиционирование воздуха. На рисунке 5 представлена динамика выбросов ПГ за 2012…2021 гг.

Анализ динамики выбросов парниковых газов (рисунок 5), показывает, что в секторе «ППИП» с 2012 года наблюдается равномерное повышение эмиссии ПГ, что безусловно связано со стабильным ростом промышленного производства в стране.

Как известно, эмиссии парниковых газов в секторе считаются от технологических процессов производства и непосредственно зависят от объема произведенной продукции за год. Выбросы парниковых газов от этого сектора в 2012 году составили 21530,106 тыс. тонн CO_2 экв. и это составляет 94,7 % эмиссий 1990 года, тогда как уже в 2021 году выбросы парниковых газов составили 27144,677 тыс. тонн CO_2 экв. и это уже на 19,4 % превышает выбросы 1990 года. Таким образом, по итогам национальной инвентаризации выбросы парниковых газов в Республике Казахстан в период с 2012-2021 годы выросли на 26,1 %.

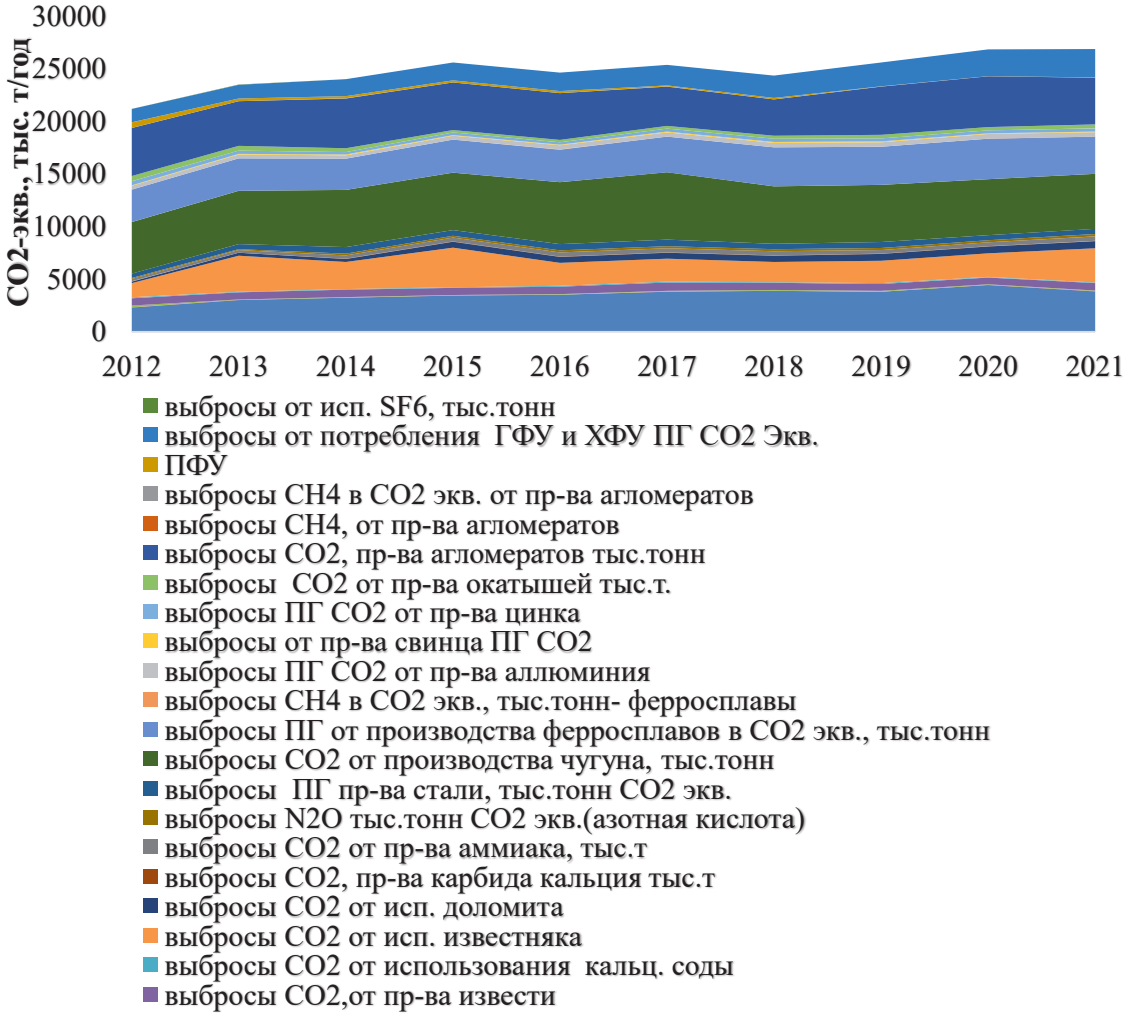

Рис.5. *Динамика выбросов парниковых газов сектора «Промышленные процессы и использования продуктов» за 2012…2021 гг. (тыс. тонн CO_2-эквивалента)*

Наиболее значительным источником выбросов парниковых газов в секторе ППИП, на протяжении последних 10 лет является металлургия. По итогам инвентаризации ПГ 2021 года ее вклад в суммарные выбросы сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» составил 55,5 % без учета потребления ОРВ. Следующим по значению источником выбросов ПГ является категория «Выбросы от производства минеральных материалов», которая включает производство цемента, использование известняка и доломита и др. категории горнодобывающей промышленности, значения эмиссий по данной категории составили 32,0 % эмиссий парниковых газов от сектора ППИП. Выбросы химической промышленности составили 2,5 % от суммарных выбросов парниковых газов сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» в 2021 г. С каждым годом все более существенный вклад в эмиссии ПГ сектора вносит категория

использования (ОРВ), доля выбросов в 2021 г. которых составила 10,0 % (в 2020 г – 5,3 %) от выбросов в целом от сектора ППИП (рисунок 6). Суммарные эмиссии парниковых газов в секторе ППИП в 2021 году составили 27144,677 тыс. тонн CO_2-экв.

Рис.6. *Доля отдельных категорий в суммарных выбросах парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использования продуктов» в 2021 году*

Эмиссии SF6 за 2021 составили 2370,771 тонн CO_2-эквивалента, и это лишь 0,01 % от выбросов по сектору «ППИП». К сожалению, эту величину сравнить с базовым 1990 годом не представляется возможным в связи с отсутствием исходных данных о деятельности в этой категории.

В результате анализа национальных данных по видам использования и применения SF6, включая данные по статистике внешней и взаимной торговли, экспорта и импорта Республики Казахстан со странами Евразийского Экономического Союза (ЕАЭС) и остальными странами за 2016…2021 гг., Бюро национальной статистики АСПИР РК, было выявлено, что в Казахстане гексафторид серы (SF6) используется только в электротехническом оборудовании.

Также надо отметить, что в Казахстане отсутствуют некоторые производственные процессы, которые, согласно руководящим принципам МГЭИК, 2006 г. (Прочие производства, 2006), являются значительными источниками выбросов. Это производство адипиновой кислоты, листового стекла, производство сажи, неметаллургическое производство магнезии, производство капролактама, глиоксаля и глиоксиловой кислоты, производство диоксида титана. В нашей стране также нет производства целлюлозы, но есть целлюлозно-бумажная промышленность, которая работает на вторичном использовании сырья.

Сельское хозяйство.

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство» включает в себя пять категорий деятельности, которые представлены в Казахстане (по классификации МГЭИК): выбросы метана (CH_4) при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных, выбросы метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) от систем сбора, хранения и использования навоза, выбросы метана (CH_4) при выращивании риса, выбросы закиси азота (N_2O) из обрабатываемых почв, выбросы диоксида углерода (CO_2) при удобрении мочевиной.

Так как на территории Казахстана географически не выделяются саванны, сжигание пожнивных остатков на сельскохозяйственных полях запрещено законом и отсутствует практика известкования почвы, то расчет эмиссии по категориям «Контролируемое сжигание саванн», «Сжигание растительных остатков на полях» и «Известкование» не производился.

Эмиссия метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), образующихся в процессе содержания сельскохозяйственных животных была оценена для таких видов, как крупный рогатый скот (коровы и не молочный КРС), овцы, козы, лошади, верблюды, свиньи, ослы, буйволы, птица и кролики. Эмиссия закиси азота (N_2O) из обрабатываемых почв была оценена с применением расширенных данных по внесению органических и неорганических удобрений, данных по урожайности около 20 растительных культур, информации по потерям гумуса из почвы и др. При этом для основных источников выбросов, так называемых «ключевых категорий» применялся подход Уровня 2, учитывающий национальные особенности Казахстана с привлечением расширенных характеристик сельскохозяйственных животных и растительных культур.

Сектор «Сельское хозяйство» является вторым по величине источником выбросов парниковых газов после сектора «Энергетическая деятельность» Доля выбросов парниковых газов в секторе от общенациональных выбросов достигла 12,7 % в 2021 г. Наиболее существенными источниками эмиссии парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство» являются выбросы метана (CH_4) в результате внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (53,7 % в 2021 г.), выбросы закиси азота (N_2O) из обрабатываемых почв (36,2 % в 2021 г.) и выбросы метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), от систем сбора, хранения и использования навоза (8,8 % в 2021 г.) (рисунок 7).

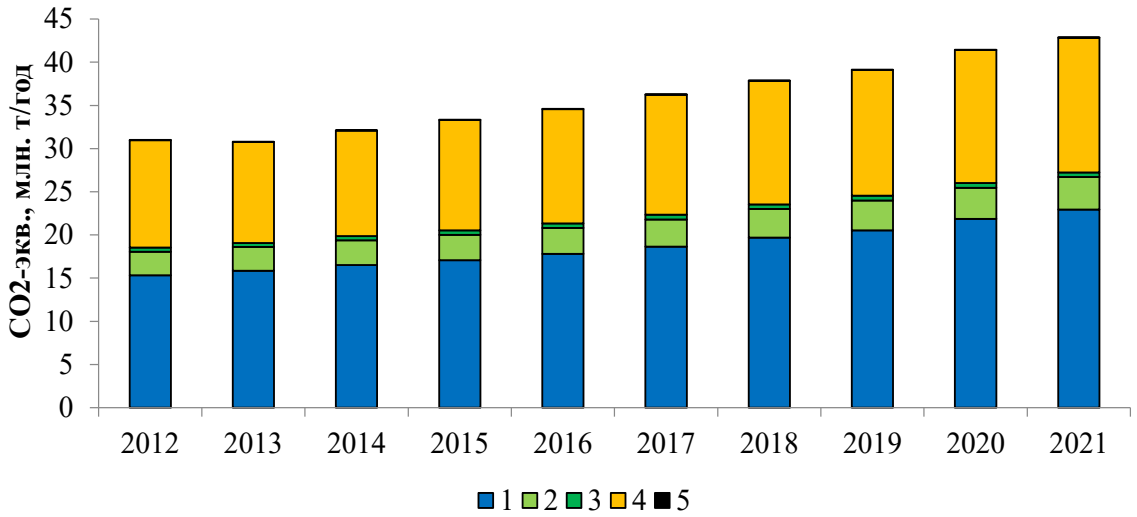

Рис.6. *Доля отдельных категорий в суммарных выбросах парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использования продуктов» в 2021 году*

Суммарные эмиссии парниковых газов в 2021 г. составила 42,845 млн. тонн CO_2 экв. и по сравнению с 2012 г. увеличилась на 28 %. Общая динамика характеризуется плавным и ежегодным увеличением выбросов парниковых газов в секторе. Первая причина роста выбросов - поступательное увеличение поголовья сельскохозяйственных животных, в первую очередь крупного рогатого скота и овец. Именно эти виды животных производят около 50 % выбросов парниковых газов от таких категорий, как «выбросы метана (CH_4) при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных» и «выбросы метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) от систем сбора, хранения и использования навоза).

Вторая причина связана с динамикой потерь азота (N) в результате минерализации органического вещества в почве (категория «выбросы закиси азота (N_2O) из обрабатываемых почв»). Резкое сокращение углерода (гумуса) в почве в 1990-е и несколько меньшими темпами продолжающееся в 2000-е годы, как результат общего кризиса, нарушения технологий севооборота и сокращения внесения удобрений в почвы, привело к значительным потерям от возделываемых

земель, как углерода (гумуса), так и азота.

По сравнению с 2020 г. выбросы в 2021 г. выросли на 1,426 млн. тонн CO_2 экв. (2 %) и достигли своего максимума с 2012 г. Минимальные значения эмиссии наблюдались в 2013 г. (30,774 млн. тонн CO_2 экв.). Это связано с общим падением сельскохозяйственного производства во время мирового кризиса 2009…2013 гг. Основная доля эмиссии парниковых газов на 2021 г. в секторе приходится на метан (CH_4) – 24,336 млн. тонн CO_2 экв. (57 %). Эмиссия закиси азота (N_2O), составляет 18,505 млн. тонн CO_2 экв. (43 %), объем эмиссии CO_2 от применения мочевины является довольно незначительным (около 0,01 %).

При сравнении с 1990 годом выбросы парниковых газов в секторе в 2021 г. меньше на 2 %. Тогда эмиссия парниковых газов составляла значительные 43,858 млн. тонн CO_2 экв. В основном это объясняется тем, что поголовье сельскохозяйственных животных имело свой максимум в 1990 г. и к 2021 году мы еще не достигли этого уровня.

Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.

Категории сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) являются одними из ключевых и вносят существенный вклад как в поглощение, так и выбросы парниковых газов от Казахстана. В секторе представлены категории антропогенной деятельности, связанной с землепользованием и лесным хозяйством.

Оценка интенсивности и многолетней динамики потоков парниковых газов для сектора ЗИЗЛХ выполняется в строгом соответствии Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 (Сельское хозяйство, 2006), выделяя следующие категории землепользования: «Лесные площади»; «Возделываемые земли»; «Пастбищные угодья»; «Водно-болотные угодья»; «Поселения»; «Прочие». В их числе «Лесные площади», «Возделываемые земли», Пастбищные угодья являются ключевыми категориями в национальном докладе инвентаризации парниковых газов в Республике Казахстан.

Парниковые газы расчитываются для каждой из ключевых категорий землепользования включая CO2 как функцию изменения запаса углерода в резервуарах биомассы, валежника, подстилки и почвы, кроме того оценивается эмиссия от лесных и степных пожаров.

В период 2012…2021 годы категория «Возделываемые земли» обеспечивала максимальные потоки парниковых газов, превышающих потоки парниковых газов сектора «Сельское хозяйство»

В качестве исходной информации для расчетов использовались данные по Земельному фонду Республики Казахстан, включая производственную деятельность, осуществляемую на этих землях и данные о состоянии этих земель. Анализ земель Республики Казахстан выполняется на уровне укрупненных категорий земель с детальной внутренней классификацией данных. Первичные расчеты потоков газов выполняются на смешанных уровнях. В качестве исходной информации используются результаты нескольких системных мониторингов земельных угодий в разукрупнённом масштабе. Для ключевой категории «Лесные площади» расчет проводился на уровне 2 по Методу разности запасов, для оценки изменений накопления углерода для четырех основных пулов углерода: биомасса, валежник, подстилка и органический углерод в почвы. При расчете экспертами применялись национальные коэффициенты изменения запаса углерода в живой биомассе, валежнике и подстилке. Для расчёта изменений запаса углерода в минеральных почвах Казахстана применялись национальные эталоны запаса углерода на уровне административных областей.

Согласно последнему, поданному в Секретариат РКИК ООН, «Национальному докладу Республики Казахстан о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990…2021 гг.», наибольшее количество выбросов и поглощений парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ зарегистрировано в трёх ключевых категориях: «Лесные площади», «Возделываемые земли» и «Пастбища», которые представлены на рис. 8.

В секторе «ЗИЗЛХ» в 2021 г. в

сравнении с 2012 годом эмиссии парниковых газов уменьшились на 92 %, а относительно уровня 1990 г. выросли на 141,8 %. Определяющим фактором роста выбросов является категория «Возделываемые земли», при том, что леса и пастбища за этот же период существенно увеличили поглощение парниковых газов.

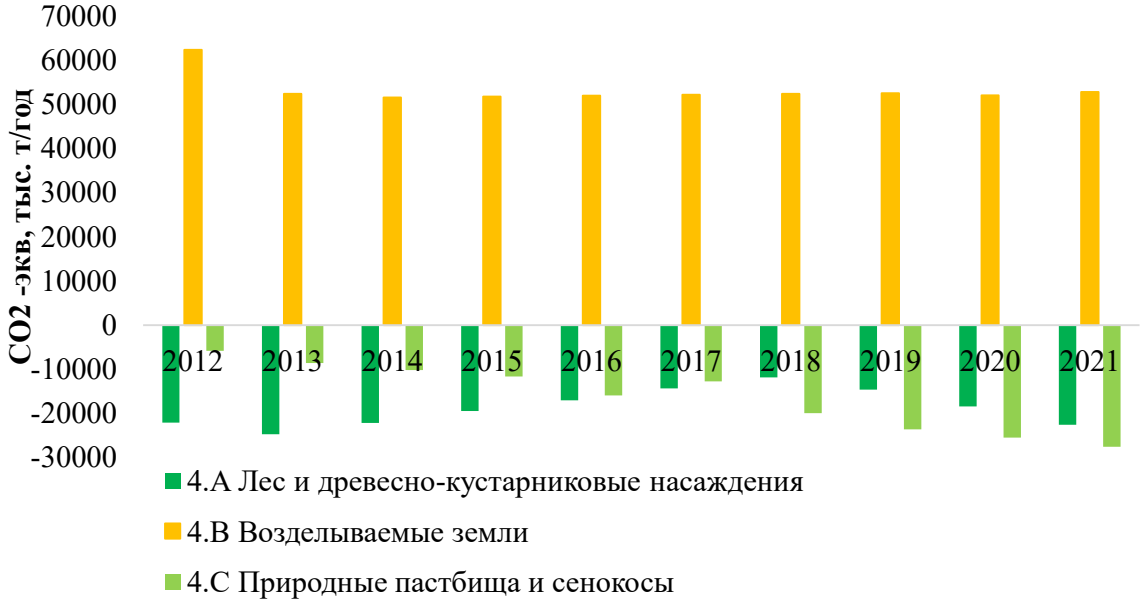

Рис.8. *Эмиссия и поглощение парниковых газов в секторе «ЗИЗЛХ»*

По результатам анализа категории «Лесные площади» величины потока CO_2 для лесных земель РК за рассматриваемый период 2012…2021 годы оценивались как поглощение. В том числе, поглощение лесами составляло на 2012 год - 22,1 млн тонн/год, а в конце периода за 2021 год поглощение CO_2 лесами, полученное из областных величин увеличилось по расчетам до - 22,5 млн тонн/год. Также за период с 2015 по 2018 годы отмечались минимальные величины поглощения на уровне -11,8 млн тонн/год (2018 г.). Разница между 2020 и 2021 годами составила -4,1 млн тонн/год, за счет увеличения лесопокрытой площади лесных земель Лесного фонда, в частности, под высокопродуктивными хвойными и лиственными породами, а также улучшенного ухода за лесами. Вместе с тем, в пределах областей суммарные потоки CO_2 для лесов оценивались как поглощение в большинстве случаев. Наиболее высокие величины поглощения отмечались для лесов Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской, Западно-Казахстанской и Атырауской областей.

В категории «Возделываемые земли» по сравнению с 2020 г. выбросы в 2021 г. выросли на 767,1 тыс. тонн CO_2 экв. (1,5 %). Максимальное значение эмиссии наблюдалось в 2012 году и составило 62440,8 тыс тонн/год (рисунок 8). Это объясняется тем, что содержание почвенного гумуса для пашни по административным областям Республики Казахстан изменялось не однозначно. Наибольшее снижение содержания гумуса в почве пахотных земель, остающихся в севообороте, приходилось на северные области: Северо-Казахстанскую, Акмолинскую, а также Восточно Казахстанскую, с высокопродуктивными черноземными почвами.

Общее количество выбросов CO2 для категории «Возделываемые земли» в 1990 году, составляло 5201,9 тысяч тонн/год, а в 2021 году составило 52888,4 тысяч тонн/год, что указывает на динамику роста выбросов CO_2 почти в 10 раз. Такой рост эмиссии парниковых газов для возделываемых земель за последние 25 лет

обусловлен рядом экономических и социальных факторов, связанных с использованием пахотных земель за последние 60 лет.

Для категории «Пастбищные угодья» общее количество поглощения CO_2 по расчетам на 2012 год составляло -5843,7 тысяч тонн/год с последующим увеличением к 2021 году до -27590,9 тыс. тонн/год. Продолжающееся увеличение поглощения объясняется тем, что в первой половине 90-х годов 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 составила по расчетам за 2021 год 1,136 условных голов на гектар площади, что существенно превышало среднереспубликанскую хозяйственную нагрузку на выпасаемые пастбища за 1990 год.

Наиболее значительные величины поглощения CO2 пастбищами приходятся на Мангистаускую, Атыраускую, Западно-Казахстанскую, Костанайскую, Карагандинскую области с обширными площадями пустынных и полупустынных пастбищ и минимальными нагрузками скота.

Отходы.

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» включает оценку выбросов по следующим категориям:
– удаление твердых бытовых отходов (ТБО);
– очистка и сброс бытовых и промышленных сточных вод;
– выбросы закиси азота от бытовых стоков;
– сжигание медицинских отходов.

Согласно статистическому бюллетеню «Об обращении с коммунальными отходами в Республике Казахстан» за 2021 год в Республике Казахстан собрано коммунальных отходов 4,0 млн тонн (по данным Бюро национальной статистики АСПиР РК), из которых 3,2 млн. тонн составили коммунальные отходы, собранные специализированными предприятиями и индивидуальными предпринимателями по сбору и транспортировке отходов, число которых составило 676 единиц. Основная доля приходится на отходы домашних хозяйств (65,6 %), 20,2 % составили отходы производства (приравненные к бытовым), 10,5 % - уличный мусор, 2,2 % – рыночные отходы. В 2021 году на официально действующие полигоны (свалки), объекты сортировки и переработки коммунальных отходов поступило 3,9 млн. тонн отходов. Из них 65,9 % поступило для их дальнейшего депонирования, 30,4 % отсортировано.

На конец 2021 года на официально действующих полигонах (свалках) накоплено более 47,5 млн тонн отходов.

Общая эмиссия парниковых газов в секторе «Отходы» в 2021 году составила 6260,82 тыс. тонн CO_2-экв. В сравнении с 2020 годом объем выбросов увеличился – на 3,9 %. Основная доля выбросов в общем объеме приходится на неуправляемые полигоны твердых отходов по Казахстану и сброс коммунально-бытовых сточных вод. В 2012 году объем эмиссии составлял 4607,72 тыс. тонн CO2-экв. Проанализировав рисунок 9, можно заметить, что в секторе имеется ежегодный устойчивый тренд к увеличению выбросов. Ежегодно количество населения и уровень потребления продукции стабильно растет, за счет чего образуется все больше отходов. В Республике имеется только один управляемый полигон в городе Астана. Совершенствование имеющихся полигонов и строительство новых пока не наблюдается. За временной период с 2012 г. по 2021 г. наблюдается увеличение эмиссии парниковых газов в 1,6 раз.

При детальном анализе сектора «Отходы», можно заметить, что в 2016 году было значительное увеличение выбросов от сжигания медицинских отходов – точная причина неизвестна. Увеличение эмиссии в 2020 году по сравнению с 2019 (в 2,5 раза) связано с тем, что в 2020 проходила пандемия COVID-19.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общая эмиссия парниковых газов в РК в 2021 году составила 340837,72 тыс. тонн CO_2 экв., что на -10,35 % меньше, чем выбросы базового уровня 1990 г.

Рис.9. *Общая динамика эмиссии парниковых газов от сектора «Отходы» в Казахстане за 2012…2021 гг. (тыс. тонн CO2-экв.)*

В целом можно отметить, что на данный момент Казахстан успешно движется к выполнению заявленной цели по сокращению выбросов парниковых газов на 15 % к 2030 году, однако здесь есть некоторые нюансы.

Для начала напомним, что Парижское соглашение в 2015 году подписано 196-ю Сторонами Рамочной конвенции ООН об изменении климата с намерением изменить траекторию своего роста и поставить мир на рельсы устойчивого развития. Документом определены следующие цели:

- удержание прироста глобальной средней температуры в пределах 1,5-2 °С доиндустриальных уровней;
- повышение способности адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата, содействие сопротивляемости к нему и развитие при низком уровне выбросов парниковых газов таким образом, который не ставит под угрозу производство продовольствия;
- приведение финансовых потоков в соответствие с траекторией развития, характеризующейся низким уровнем выбросов и сопротивляемостью к изменению климата.

Для достижения заявленных целей каждая страна, в том числе Казахстан, разрабатывает долгосрочные мероприятия (стратегию сокращения выбросов и адаптации к изменению климата), так называемые Определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ), которые являются ключевым элементом Парижского соглашения и способствуют достижению его долгосрочных целей. ОНУВ отражают усилия конкретных стран по снижению выбросов на национальном уровне и по адаптации к последствиям изменения климата. В соответствии с положениями абзаца 2 статьи 4 Парижского соглашения каждая Сторона подготавливает и направляет в Секретариат ООН по климату свои ОНУВ, которые она намеревается достичь, а также придерживается их. Чтобы достичь целей таких вкладов, Стороны принимают национальные меры по смягчению изменения климата. Таким образом ОНУВ является одним из основных документов, который определяет экономическое развитие страны и ряд политических решений существенно влияющих на жизнь рядовых граждан.

В 2016 году Казахстан в рамках Парижского соглашения представил свои предполагаемые определяемые на национальном уровне вклады (Intended National determined contributions – INDC, или ПОНУВ). Таким образом, страна взяла на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов на 15–25 % к 2030 году по сравнению с базовым 1990 годом (15 % безусловная цель, 25 % - условная цель, достижимая в случае получения международной поддержки).

На сегодня у страны имеется запас в «-10,35 %» по отношению к 1990 г. Однако, этот запас достигнут преимущественно за счет сокращений выбросов, которые произошли в результате уменьшения деятельности во многих секторах из-за мер, принятых для сдерживания пандемии COVID-19.

На фоне роста численности населения, довольно стабильного парка автомобилей, на фоне роста потребления топлива и продолжающегося восстановления экономики имеющийся запас может быть легко потерян, если принимаемые меры не будут эффективны. Более того, если обратить внимание на рисунок 1, можно увидеть, что в отдельные годы флуктуации эмиссии могли увеличиваться или уменьшаться на величины, очень близкие к накопленному резерву. К примеру, в 1999 или в 2018, такая разница между соседними годами достигала 9,3 %. Более того, показатели 2018 г. являются наиболее полными и отражают национальные эмиссии при нормальной экономической ситуации в стране, которая имела место перед COVID-19, и на тот момент они составили 404504,77 тыс. тонн CO_2-экв, что на 6,4 % выше базового года. Таким образом, если опираться на 2018 г. необходимо сокращать не 15 %, а 21 %, с учетом своих безусловных обязательств.

Анализ, проведенный по секторам, показывает, что ключевые категории, восстанавливаются, и видимо, результаты инвентаризации за 2022 г. будут более показательными, чтобы понять какие реальные эмиссии осуществляются в стране при нормальных, относительно благоприятных условиях, и какие шаги будут наиболее эффективными для снижения выбросов и достижения целей, заявленных в ОНУВ.

Безусловно, сегодня сделано не мало, в частности существенно снижены выбросы, за счет внедрения более энергоэффективных технологий, продолжается развитие возобновляемой энергетики (ВИЭ), некоторые производства внедряют новые технологические процессы, которые способствуют уменьшению удельных показателей выбросов. Идет активное обсуждение строительства атомной электростанции, что может существенно снизить эмиссии в секторе «Энергетическая деятельность», где производится больше половины всех эмиссий в стране. Но в дальнейшем, выполнение обязательств будет зависеть от эффективности реализуемых мер и объемов выделяемых средств и зеленых инвестиций в экономику Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. [Электронный ресурс]: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml

2 Киотский Протокол к Рамочной Конвенции Организации объединенных наций об изменении климата. [Электронный ресурс]: Режим доступа https://docs.cntd.ru/document/901880645 свободный. – Загл. с экрана.

3 Парижское соглашение [Электронный ресурс]:URL https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement (дата обращения 12.06.23).

4 Национальный доклад Республики Казахстан о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом о кадастре парниковых газов, представляется в соответствии с обязательствами Республики Казахстан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу. Департаментом инвентаризации парниковых газов АО «Жасыл даму» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Астана. 2023 г. 522 с.

5 Report of the conference of the parties

on its seventh session, held at marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Fccc/cp/2001/13/add.4 21 January 2002. 44 p. [электронный ресурс]: https://miteco.gob.es›content/dam/miteco/es/cambio
6 Руководящие принципы Национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006. Глава 1, Часть 1. Введение к руководящим принципам. – С.16.
7 Статистический ежегодник Казахстан. [Электронный ресурс]: Статистический сборник. БНС. Астана.: 2022. Режим доступа https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/?year=2021&name=17203&period= свободный. – Загл. с экрана.
8 Казахстан в цифрах. [Электронный ресурс]: Статистический сборник. БНС. Астана.: 2022 г Режим доступа https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/?year=2021&name=17203&period= свободный. – Загл. с экрана.
9 МГЭИК. [Электронный ресурс]: Обобщающий доклад, 2023 год, Режим доступа https://www.un.org/ru/climatechange/reports свободный. – Загл. с экрана.
10 Руководящие принципы Национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006. - Том 2 Энергетика, Глава 3 Мобильное сжигание топлива. – С. 88.
11 Транспорт и связь. Статистический сборник. БНС. Астана.: 2022. - 206 с.
12 Чередниченко А.В. К учету дополнительных эмиссий СО2 от автомобильного транспорта, использующего технологию отчистки отработанных газов в Республике Казахстан. Гидрометеорология и экология. Астана.: № 1 (2020). С. 104-123.
13 COPERT. [Электронный ресурс]: URL https://copert.emisia.com/w/Driving_Conditions (дата обращения 12.06.23).
14 Седьмое национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. [Электронный ресурс]: Режим доступа https://ecogosfond.kz/orhusskaja-konvencija/dostup-k-jekologicheskoj-informacii/haly-araly-yntyma-tasty/haly-araly-konvencijalardy-ltty-bajandamalary/nacionalnye-doklady-ramochnoj-konvencii-po-izmeneniju-klimata-i-kiotskomu-protokolu/ свободный. – Загл. с экрана.
15 Руководящие принципы Национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006. Том 2 Энергетика, Глава 4. Летучие эмиссии. – С. 83.
16 Марочный состав углей Карагандинского угленосного бассейна. [Электронный ресурс]: URL https://fccland.ru/geologiya-mestorozhdeniy/9276-marochnyy-sostav-ugley-karagandinskogo-uglenosnogo-basseyna.html (дата обращения 27.07.23).
17 Kazakhstan. 2021 [Электронный ресурс]: National Inventory Report (NIR) URL https://unfccc.int/documents/627844 (дата обращения 12.06.23).
18 Руководящие принципы Национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006. Том 3 ППИП. Глава 8. Прочие производства. – С. 92.
19 Руководящие принципы Национальных инвентаризаций парниковых газов. – МГЭИК, 2006. Том 4 Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другое землепользование, Глава 4 ЗИЗЛХ. – С. 101.

REFERENCES

1 Ramochnaya konvenciya Organizacii Ob»edinennyh Nacij ob izmenenii klimata. [Elektronnyj resurs]: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml
2 Kiotskij Protokol k Ramochnoj Konvencii Organizacii ob»edinennyh nacij ob izmenenii klimata. [Elektronnyj resurs]: Rezhim dostupa https://docs.cntd.ru/document/901880645svobodnyj.–Zagl.sekrana.
3 Parizhskoe soglashenie [Elektronnyj resurs]:URL https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement (data obrashcheniya 12.06.23).
4 Nacional'nyj doklad Respubliki Kazahstan o kadastre antropogennyh vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotitelyami parnikovyh gazov, ne reguliruemyh Monreal'skim protokolom o kadastre parnikovyh gazov, predstavlyaetsya v sootvetstvii s obyazatel'stvami Respubliki

Kazahstan po Ramochnoj Konvencii OON ob izmenenii klimata i Kiotskomu protokolu. Departamentom inventarizacii parnikovyh gazov AO «ZHasyl damu» Ministerstva ekologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan. Astana. 2023 g. 522 s.
5 Report of the conference of the parties on its seventh session, held at marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Fccc/cp/2001/13/add.4 21 January 2002. 44 p. [elektronnyj resurs]: https://miteco.gob.es›content/dam/miteco/es/cambio
6 Rukovodyashchie principy Nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. MGEIK, 2006. Glava 1, CHast' 1. Vvedenie k rukovodyashchim principam. – S.16.
7 Statisticheskij ezhegodnik Kazahstan. [Elektronnyj resurs]: Statisticheskij sbornik. BNS. Astana.: 2022. Rezhim dostupa https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/?year=2021&name=17203&period= svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
8 Kazahstan v cifrah. [Elektronnyj resurs]: Statisticheskij sbornik. BNS. Astana.: 2022 g Rezhim dostupa https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/?year=2021&name=17203&period= svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
9 MGEIK. [Elektronnyj resurs]: Obobshchayushchij doklad, 2023 god, Rezhim dostupa https://www.un.org/ru/climatechange/reports svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
10 Rukovodyashchie principy Nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. MGEIK, 2006. - Tom 2 Energetika, Glava 3 Mobil'noe szhiganie topliva. – S. 88.
11 Transport i svyaz'. Statisticheskij sbornik. BNS. Astana.: 2022. - 206 s.
12 CHerednichenko A.V. K uchetu dopolnitel'nyh emissij SO2 ot avtomobil'nogo transporta, ispol'zuyushchego tekhnologiyu otchistki otrabotannyh gazov v Respublike Kazahstan. Gidrometeorologiya i ekologiya. Astana.: № 1 (2020). S. 104-123.
13 COPERT. [Elektronnyj resurs]: URL https://copert.emisia.com/w/Driving_Conditions (data obrashcheniya 12.06.23).
14 Sed'moe nacional'noe Soobshchenie i tretij dvuhgodichnyj Doklad Respubliki Kazahstan Ramochnoj konvencii OON ob izmenenii klimata. [Elektronnyj resurs]: Rezhim dostupa https://ecogosfond.kz/orhusskaja-konvencija/dostup-k-jekologicheskoj-informacii/haly-araly-yntyma-tasty/haly-araly-konvencijalardy-ltty-bajandamalary/nacionalnye-doklady-ramochnoj-konvencii-po-izmeneniju-klimata-i-kiotskomu-protokolu/ svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
15 Rukovodyashchie principy Nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. MGEIK, 2006. Tom 2 Energetika, Glava 4. Letuchie emissii. – S. 83.
16 Marochnyj sostav uglej Karagandinskogo uglenosnogo bassejna. [Elektronnyj resurs]: URL https://fccland.ru/geologiya-mestorozhdeniy/9276-marochnyy-sostav-ugley-karagandinskogo-uglenosnogo-basseyna.html (data obrashcheniya 27.07.23).
17 Kazakhstan. 2021 [Elektronnyj resurs]: National Inventory Report (NIR) URL https://unfccc.int/documents/627844 (data obrashcheniya 12.06.23).
18 Rukovodyashchie principy Nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. MGEIK, 2006. Tom 3 PPIP. Glava 8. Prochie proizvodstva. – S. 92.
19 Rukovodyashchie principy Nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. – MGEIK, 2006. Tom 4 Sel'skoe hozyajstvo, lesnoe hozyajstvo i drugoe zemlepol'zovanie, Glava 4 ZIZLH. – S. 101.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ 2012...2021 ЖЫЛДАРҒА АРНАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ПАРНИКТІК ГАЗДАР ШЫҒАРУЛАРЫНЫҢ МЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТАЛДАУЫ

А.С. Есекина, З.Р. Токпаев, А.В. Чередниченко г.ғ.д., профессор**, Ә.А. Қасенов, Э.М. Ермаханова, Д.А. Касенова, С.Г. Абдрахим, А.Т. Шорман**

«Жасыл Даму» АҚ, Астана қ-сы, Қазақстан Республикасы
E-mail: z.tokpaev@recycle.kz

Мақалада Қазақстанның 2012-2021 жылдардағы ұлттық парниктік газдар шығарындыларына шолу (соңғы 10 жыл ішінде БҰҰ-ның Климаттың өзгеруі туралы негіздемелік конвенциясы шеңберінде есеп беру кестесіне сәйкес) Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық панель секторлары мен санаттары бойынша бөлінген. Деректер көздері және шығарындыларды бағалаудың жалпы әдістемесі көрсетілген. Негізгі трендтер қарастырылып, парниктік газдардың шығарылуы мен сіңуінің өзгеру себептері сипатталған. Негізгі шығарындыларға жауапты негізгі секторлар мен санаттар көрсетілген. Париж келісімі шеңберінде Қазақстанның міндеттемелерін орындау бойынша ұсыныстар берілді. NDC-ға қол жеткізу аясында еліміздің парниктік газдар шығарындыларының жалпы көлемін азайтуға күш салуының белгілі нәтижесі бар екені көрсетілген.

Түйін сөздер: парниктік газдар, көмірқышқыл газы, климаттың өзгеруі, IPCC

ANALYSIS OF NATIONAL GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND REMOVALS IN KAZAKHSTAN FOR 2012...2021

A.S. Yessekina, Z.R. Tokpayev, A.V. Cherednichenko doctor of science, professor, **A.A. Kassenov, E.M. Yermakhanova, D.A. Kassenova, S.G. Abdrakhim, A.T. Shorman**

«Zhasyl Damu» JSC, Astana, Republic of Kazakhstan
E-mail: z.tokpaev@recycle.kz

An overview of national greenhouse gas emissions from Kazakhstan for 2012-2021 (the last 10 years according to the UNFCCC reporting schedule) by sector and IPCC categories is presented. The data sources and the general methodology of emissions estimation are shown. The main trends and causes of changes in greenhouse gas emissions and removals are described. The key sectors and categories responsible for the main emissions are shown. Recommendations on the implementation of Kazakhstan's obligations under the Paris Agreement are given. It is shown that there is a certain result of the country's efforts to reduce the total greenhouse gas emissions in the framework of achieving the NDC.

Keywords: greenhouse gases, carbon dioxide, climate change, IPCC

УДК 551.582.1 **МРНТИ 37.23.19**

КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ВОДОСБОРОВ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕК БУКТЫРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н.Н. Абаев[1], Т.А. Тілләкәрім[1], Д.Б. Ракишев[1,2]*

[1] Научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет», Астана, Казахстан
[2] Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: rakishev_d@meteo.kz

В данной статье был выполнен анализ климатического профиля региона водосборов правых притоков Буктырминского водохранилища. За основу были взяты климатические данные температуры воздуха, атмосферных осадков за современный период с 1990 по 2021 гг., а скорость и направление ветра за период 1966...2000 гг. Результаты работы показали, что, на рассматриваемой территории среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах от -1,8 до +3,8 0С. Осадки на большей части территорий во временном ходе распределены неравномерно. В теплое время года выпадает 60-75 % годовой суммы атмосферных осадков, в холодный период года до 15 %. В месячном распределений осадков максимум наблюдается в июне и июле, в минимум в январе. Годовая сумма осадков на высокогорных метеостанциях заповедник Маркаколь (1372 м), Катон-Карагай (1081 м) и Лениногорск (809 м) за период 1991...2020 гг. составляет 441...634 мм, а на метеостанциях, расположенных в низкогорной части рассматриваемой территории Куршим (433 м) и Улкен-Нарын (402 м) варьируется от 256 мм до 395 мм. Значения средней месячной скорости ветра, вычисленные из рядов суточных данных, в годовом разрезе показало высокую повторяемость ветров восточного направления. В многолетнем разрезе минимальная скорость ветра наблюдается на станции Заповедник Маркаколь 0,6 м/с (январь), а максимальная 4,2 м/с (апрель) на станции Катон-Карагай.

Ключевые слова: среднесуточная температура воздуха, осадки, скорость, направление ветра, Буктырминское водохранилище

Поступила: 19.04.23
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-110-3-24-31

ВВЕДЕНИЕ

Климат – это усредненные условия погоды для определенного района за длительный период времени (ВМО, 2022). На данный момент изменение климата уже научно доказанный факт. Вызванное деятельностью человека изменение климата уже затрагивает все регионы Земли, и многие из них чаще сталкиваются с погодными и климатическими экстремальными явлениями (Masson-Delmotte et al, 2021).

Наблюдения являются основным источником информации об изменении климата, в связи с этим существует Глобальная система наблюдения за климатом, которая регулярно оценивает состояние глобальных наблюдений за климатом и разрабатывает рекомендации по его совершенствованию (GCOS, 2021).

Территория Казахстана также подвержена влиянию изменения климата (Кожахметов и др., 2015). Рассматриваемая в данной работе Восточно-Казахстанская область (ВКО) имеет наименьшие темпы роста в пределах 0,23...0,25 град/10 лет, а также незначительное уменьшение количества осадков по сравнению с другими регионами страны (Сальников и др., 2014).

Водные ресурсы рассматриваемых рек играет важную роль в экономике, экологии, туризме ВКО. Главной их задачей является обеспечение работы Буктырминского водохранилища. Буктырминское

водохранилище имеет большое значение для увеличения обеспеченной мощности и выработки электроэнергии Бухтырминской и Усть-Каменогорской ГЭС. Из водохранилища ежегодно осуществляются весенние попуски для обводнения сотен тысяч гектаров пойменных лугов в Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Абайской и других областях. Водохранилище создаёт глубоководный путь и улучшает условия плавания судов по Ертису до Омска (Логиновская, Егорина, 2015).

В формировании гидрологического режима участвует сложный комплекс разнообразных физико-географических условий. На первом месте среди этих факторов стоит климатические характеристики, определяющие приходную часть водного баланса. Одной из основных причин возникновения гидрологических угроз, проблем является региональные и глобальные изменения климата, которые в свою очередь могут привести к уменьшению объема стока рек (Абишев и др., 2016).

Тем самым целью данной статьи является изучение климатического режима рассматриваемого региона правобережных притоков Бухтырминского водохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования. К правоприточным рекам Бухтырминского водохранилища (рис.1) относятся бассейны рек Калжыр, Куршим, Нарын, Бухтырма, Тургысын, Левая Березовка.

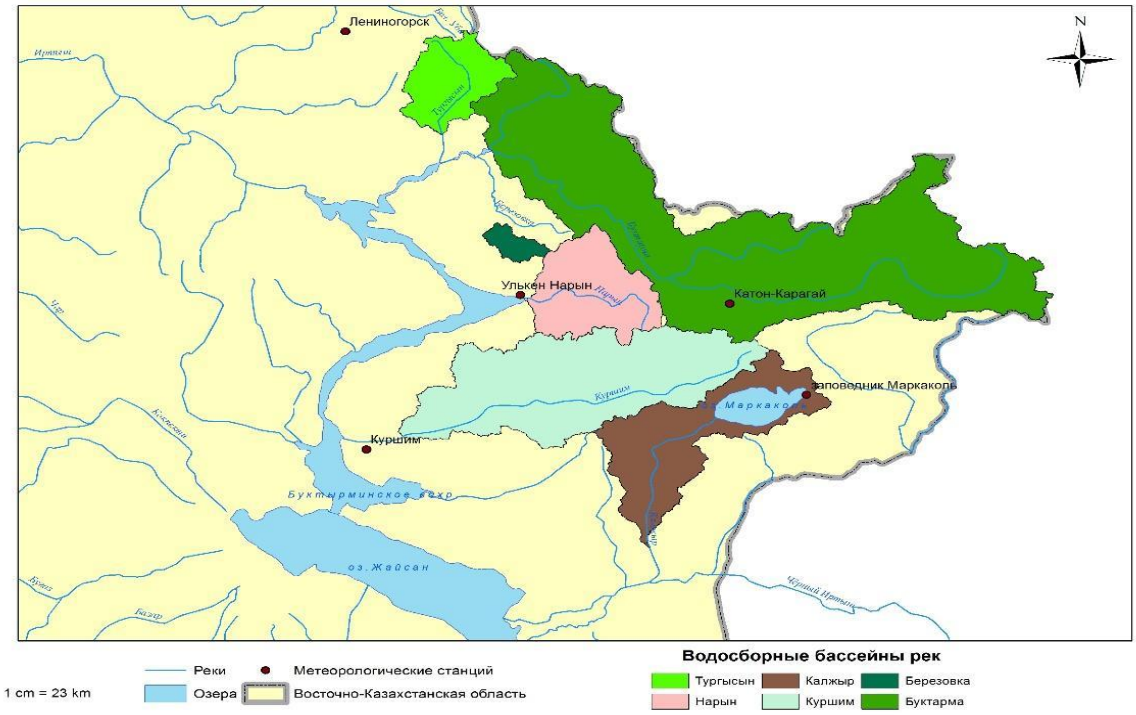

Рис.1. *Расположение метеорологических станций в водосборах правоприточных рек Бухтырминского водохранилища*

Река Калжыр - река в Восточно-Казахстанской области Казахстана, правый приток Иртыша. Берёт начало в озере Маркаколь. Длина реки 122 км, площадь водосборного бассейна 3200 км². Река Куршим – один из крупных правых притоков Иртыша, берущий начало в высокогорье Южного Алтая и впадающий в Бухтырминское водохранилище. Длина реки 230 км, площадь бассейна 5890 км². Основная часть его бассейна находится в хребтах Сарымсакты, Нарымский и Курчумский. Река Нарын - берёт начало на стыке хребтов Нарымского и Сарымсакты из заболоченной местности. Длина реки 69 км, площадь водосборного бассейна 2040 км². Нарын впадает в Бухтырминскоеводохранилище, в устье реки находится село Улкен - Нарын.

Река Тургысын - река в Алтайском районе Восточно-Казахстанской области Казахстана. Между сёлами Тургысын и Парыгино впадает с севера в Бухтырминское водохранилище. Длина реки 34 км, площадь водосборного бассейна 1250 км². Река Левая Березовка – река в Алтайском районе Восточно-Казахстанской области, правый приток реки Березовка. Длина реки 39км, площадь водосбора 320 км2.

Река Бухтырма - река в Восточном Казахстане, крупный правый приток Иртыша. Берет начало из ледников и снежников Южного Алтая. Ее длина 336 км, площадь бассейна 12660 км². Бухтарма имеет около 250 притоков, общей длиной около 800 км, на водосборе имеется 295 озер, общей площадью 35 км². Наиболее крупные ее притоки – Шиндогатуй, Калмачиха, Белая Берель, Язовая, Черновая, Сарымсакты, Белая, Черемошка, Большая Речка, Хамир, Березовка. (Достай, 2012).

Материалы исследования. Главная роль в формировании среднего годового стока принадлежит климатическим факторам и в связи с этим в работе применены данные о температуре воздуха, атмосферных осадках, скорости ветра с 1990 по 2021 гг. по метеорологическим станциям (МС): Лениногорск, заповедник Маркаколь, Улькен-Нарын, Куршим, Катон-Карагай, расположенных на рассматриваемой территории (рисунок 1, таблица 1).

Таблица 1

Информация метеорологических станциях

№	Наименования станций	Долгота	Широта	Высота, н.у.м.	Год открытия
1	Заповедник Маркаколь	86˚02′	48˚47′	1372	1982
2	Катон-Карагай	85˚37′	49˚11′	1067	1926
3	Куршим	83˚40′	48˚33′	433	1936
4	Лениногорск	83˚33′	50˚19′	809	1928
5	Улкен-Нарын	84˚30′	49˚13′	403	1937

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе для исследования климатического профиля правобережных притоков рек в Бухтырминское водохранилище рассмотрены следующие основные метеорологические параметры: температура воздуха, атмосферные осадки, скорость и направление ветра. Климатический профиль описан для современного периода 1991...2020 гг., рекомендованный Всемирной метеорологической организацией (ВМО, 2022).

Температура воздуха. По данным рассматриваемых станции среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах от -1,8 до +3,8 0С (рисунок 2). Несмотря на довольно низкую среднегодовую температуру, лето на большей части рассматриваемой территории теплое. Средняя температура самого теплого месяца (июля) превышает +18,0 ºС.

Во внутригодовом распределении температуры воздуха отчетливо видно, что наибольшие минимальные температуры воздуха наблюдаются в холодный период года (январь) с постепенным повышением к летнему периоду. Максимальные значения средней температуры воздуха по данным всех рассматриваемых МС наблюдались в июле, значения изменяются от +17.2 °С (МС Катон-Карагай) до +22.2 °С (МС Куршим). В работе (Ежегодный бюллетень, 2020 г.) отмечается что, в годовом разрезе изменения температуры воздуха имеется тенденция роста по всем наблюдаемым метеорологическим станциям рассматриваемой территории.

Период с температурой воздуха выше -5,0 °С или переход температуры воздуха через -5,0 °С наступает на большинстве станций в третьей декаде марта. Этот же переход в холодный период года наступает в последних числах октября - первой декаде ноября.

Общая продолжительность периода зависит от высоты местности, изменяясь от 160 до 260 дней. В высокогорных районах (за исключением ледниковых) его продолжительность сокращается от 200 до 160 дней в году, а в местах развития фенов вследствие повышения температур увеличивается до 250...260 дней (Долгих и др., 2015 г.).

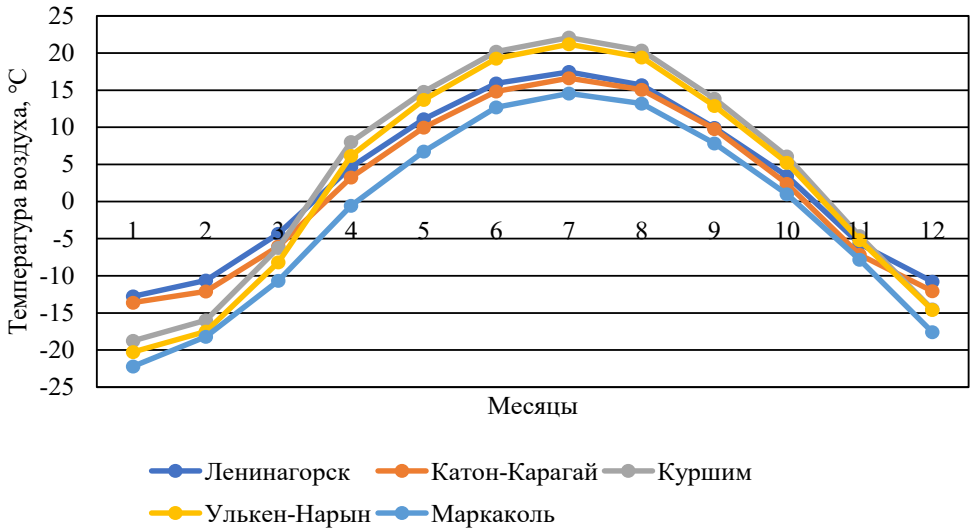

Рис.2. *Многолетняя среднемесячная температура воздуха (°С) по данным метеорологических станций, осредненная за период 1991...2020*

Холодный период (переход через 0 °С весной) заканчивается в конце третьей декады марта – начале первой декады апреля, а в высокогорных районах – в конце мая. Переход через 0 °С осенью приходится на конец октября, в высокогорных районах на сентябрь. Безморозный период в среднем длится 180...210 дней. (Долгих и др., 2015 г.).

Вегетационный период (со средней суточной температурой выше +5,0 °С) продолжается со второй – третьей декады апреля – второй декады мая до конца сентября или конца октября. С повышением высоты местности продолжительность вегетационного периода сокращается от 190 дней в предгорных до 60 дней в году в высокогорных районах.

Атмосферные осадки. Осадки являются одним из наиболее изменчивых метеорологических элементов, выпадение которых зависит от очень многих факторов. Наибольшее количество осадков выпадает в высокогорной местности. На метеостанциях заповедник Маркаколь (1372 м), Катон-Карагай (1081 м) и Лениногорск (809 м), расположенных в высокогорьях, среднегодовое количество осадков за период 1991...2020 гг. составляет 441...634 мм. На метеостанциях, расположенных в низкогорном поясе Куршим (433 м) и Улкен-Нарын (402 м) сумма годовых осадков варьируется от 256 мм до 395 мм.

По сезонам года осадки на большей части, данной территорий распределены неравномерно (рисунок 3). В теплое время года выпадает 60...75 % годовой суммы атмосферных осадков. Зима малоснежна, особенно низкогорьях.

Анализ внутригодового распределения осадков показывает, что наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года, а именно в летний период. Месячный максимум осадков чаще всего наблюдается в июне или июле. В зимние время года выпадает 11...15 % от годовой суммы осадков. Наименьшее количество осадков приходится на январь.

Ветер. В работе использованы данные скорости и направления ветра с 1966 по 2000 гг., источником которого является климатический справочник. (Справочник по климату Казахстана., 2005).

Распределение многолетних средних месячных скоростей ветра в течение года по станциям приведено на рисунке 4. Значения средней месячной скорости ветра вычислены из рядов суточных данных. Минимальная

скорость ветра наблюдаются на МС Заповедник Маркаколь 0,6 м/с (январь), а максимальная 4,2 м/с (апрель) на МС Катон-Карагай. В январе-феврале среднемесячная скорость ветра достигает годового минимума, а затем довольно быстро увеличивается к весне. Режим скоростей ветра характеризуется постепенным убыванием от весны к лету на МС Лениногорск, Катон-Карагай, Улкен-Нарын, Куршим.

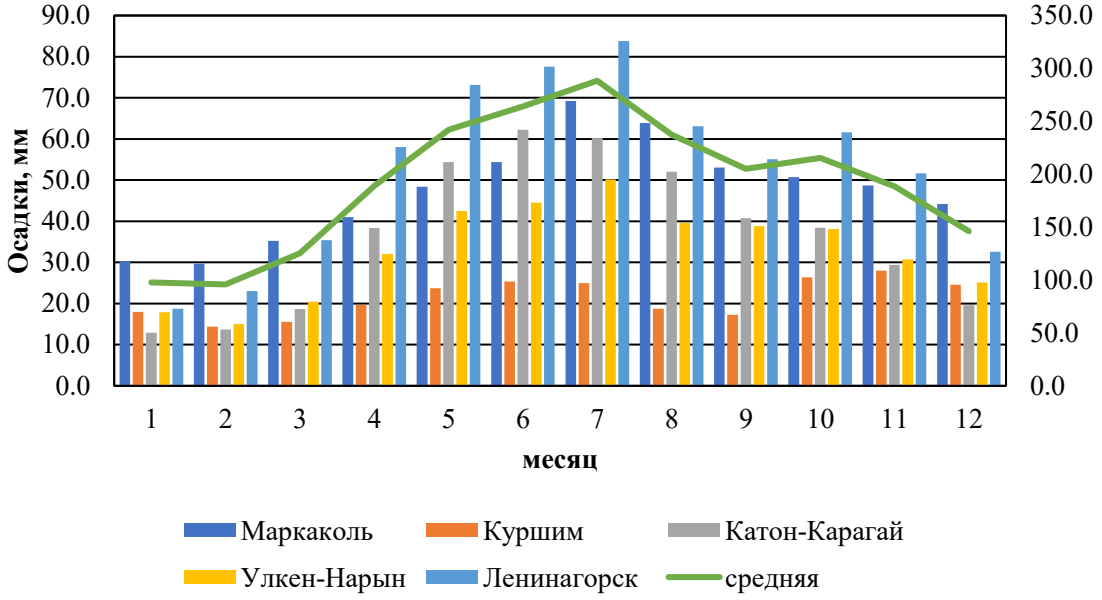

Рис.3. *Многолетняя месячная сумма осадков (мм) по данным метеорологических станций, осредненная за период 1991...2021 гг.*

По направлениям ветра в годовом разрезе высокая повторяемость восточных (Катон-Карагай – 45%, Улкен-Нарын – 31%, Лениногорск – 19%), южных (Заповедник Маркаколь – 39%), западных (Катон-Карагай – 21%, Куршим – 18%) ветров. Наиболее редкими являются ветра северного направления румба (рисунок 5).

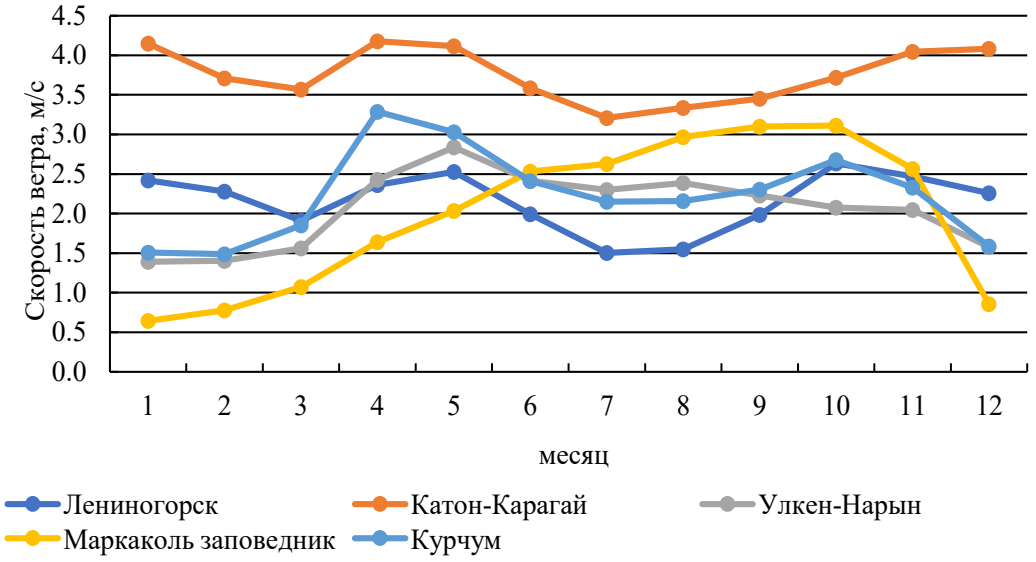

Рис.4. *Многолетняя среднемесячная скорость ветра (м/с) по данным метеорологических станций за период 1966...2000 гг.*

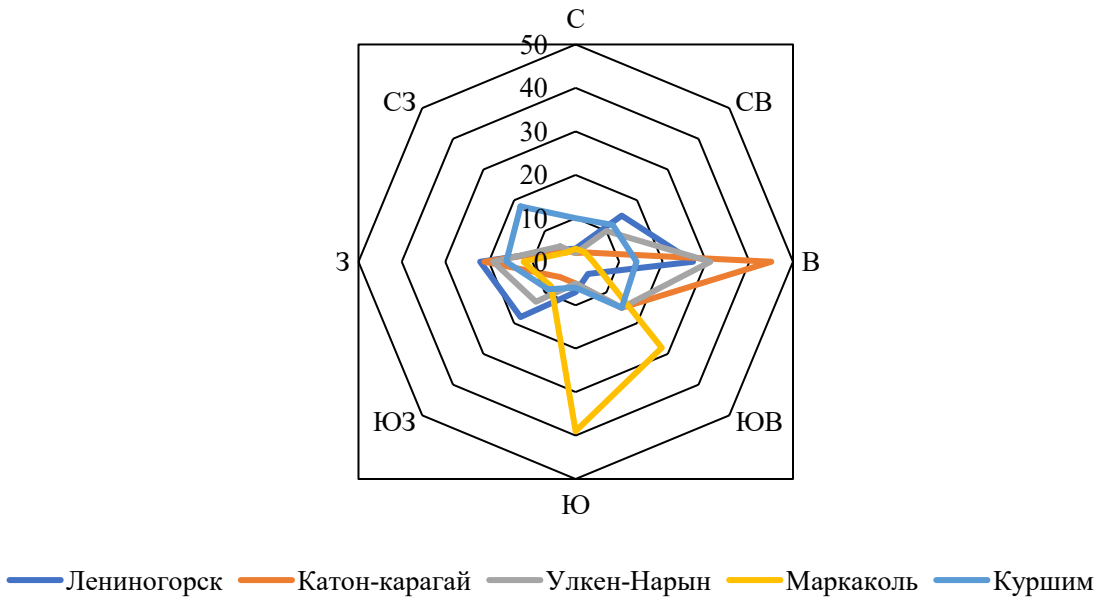

Рис.5. *Повторяемость направлений ветра*

В холодные периоды года (зимой и осенью) преобладают ветры восточного румба, а летом ветра северного, западного и юго-западного направления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования выявлено, что среднегодовая температура воздуха в данном регионе колеблется от -1,8 до +3,8 ºС. В годовом ходе на всех метеостанциях максимум температуры наблюдается в июле, минимум – в январе. Самая минимальная температура января минус 22,2 ºС наблюдается на высокогорной метеорологической станции Заповедник Маркаколь, расположенной на высоте 1372 м.

Наибольшее количество осадков выпадает в высокогорной местности, где количество осадков за период 1991...2020 гг. составляет 441...634 мм. На метеостанциях, расположенных в низкогорном поясе, сумма годовых осадков варьируется от 256 мм до 395 мм. Соотношение количества осадков, выпадающих в жидком и твердом виде, изменяется по мере увеличения высоты местности. В равнинных и низко- и предгорных районах преобладают осадки, выпадающие в жидком виде. Месячный максимум осадков чаще всего наблюдается в июне или июле.

Средняя скорость ветра на рассматриваемой территорий 2,4 м/с, преобладают ветра восточного направления. В зимний период среднемесячная скорость ветра достигает годового минимума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абишев. И. А., Медеу А. Р., Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Водные ресурсы Казахстана и их использование // КВР МСХ РК, Алматы, Казахстан 2016 г., с. 2.
2. Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата Казахстана // Гидрометеорология и экология, № 3, 2006 г., с. 38.
3. Достай Ж. Д. Водные ресурсы Казахстана: Оценка, Прогноз, Управление // Институт Географии. – 2012 г., с. 330.
4. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 год. – Нур-Султан, 2021. – 75 с.
5. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2021 году // ВМО. – Женева, 2022. – ВМО-№ 1290. – 57 с.
6. Климат. ВМО для Молодежи [Электронный ресурс] URL: https://youth.wmo.int/ru/met-subpages/%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82 (дата обращения: 15.10.2022 г.)
7. Кожахметов П.Ж., Елеуова К.Т., Баймагамбетов Б.О., Жунисова М.А. Районирования территорий Казахстана по

температурным воздействиям // Гидрометеорология и экология, № 3, 2015 г., с. 8.
8. Логиновская А.Н., Егорина А.В. Экологические аспекты использования прибрежной территории Буктырминского водохранилища // Интерэкспо Гео-Сибирь – 2015 г.
9. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Петрова Е. Изменение климата и его региональное проявление в Казахстане // Гидрометеорология и экология, № 2, 2014 г., с. 17
10. Справочника по климату Казахстана Ветер. Выпуск V. 2005г. Период обработки 1966-2000гг
11. GCOS. Состояние Глобальной системы наблюдений за климатом в 2021 году: резюме. (GCOS-239), публикация ВМО, Женева, 2021.
12. Masson-Delmotte V.P., Zhai A., Pirani S.L., Connors C., Péan S., Berger N., Caud Y., Chen L., Goldfarb M.I., Gomis M., Huang K., Leitzell E., Lonnoy J.B.R., Matthews T.K., Maycock, T., Waterfield O., Yelekçi R. Yu, B. Zhou. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

REFERENCES

1. Abishev. I. A., Medeu A. R., Mal'kovskij I. M., Toleubaeva L. S. Vodnye resursy Kazahstana i ih ispol'zovanie // KVR MSKH RK, Almaty, Kazahstan 2016 g., s. 2.
2. Dolgih S.A., Smirnova E.Y.U., Sabitaeva A.U. K voprosu o postroenii scenariev izmeneniya klimata Kazahstana // Gidrometeorologiya i ekologiya, № 3, 2006 g., s. 38.
3. Dostaj ZH. D. Vodnye resursy Kazahstana: Ocenka, Prognoz, Upravlenie // Institut Geografii. – 2012 g., s. 330.
4. Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazahstana: 2020 god. – Nur-Sultan, 2021. – 75 s.
5. Zayavlenie VMO o sostoyanii global'nogo klimata v 2021 godu // VMO. – ZHeneva, 2022. – VMO-№ 1290. – 57 s.
6. Klimat. VMO dlya Molodezhi [Elektronnyj resurs] URL: https://youth.wmo.int/ru/met-subpages/%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82 (data obrashcheniya: 15.10.2022 g.)
7. Kozhahmetov P.ZH., Eleuova K.T., Bajmagambetov B.O., ZHunisova M.A. Rajonirovaniya territorij Kazahstana po temperaturnym vozdejstviyam // Gidrometeorologiya i ekologiya, № 3, 2015 g., c. 8.
8. Loginovskaya A.N., Egorina A.V. Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya pribrezhnoj territorii Buktyrminskogo vodohranilishcha//Interekspo Geo-Sibir'–2015 g.
9. Sal'nikov V.G., Turulina G.K., Polyakova S.E., Petrova E. Izmenenie klimata i ego regional'noe proyavlenie v Kazahstane // Gidrometeorologiya i ekologiya, № 2, 2014 g., s. 17
10. Spravochnika po klimatu Kazahstana Veter. Vypusk V. 2005g. Period obrabotki 1966-2000gg
11. GCOS. Sostoyanie Global'noj sistemy nablyudenij za klimatom v 2021 godu: rezyume. (GCOS-239), publikaciya VMO, ZHeneva, 2021.
12. Masson-Delmotte V.P., Zhai A., Pirani S.L., Connors C., Péan S., Berger N., Caud Y., Chen L., Goldfarb M.I., Gomis M., Huang K., Leitzell E., Lonnoy J.B.R., Matthews T.K., Maycock, T., Waterfield O., Yelekçi R. Yu, B. Zhou. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896

БҰҚТЫРМА СУ ҚОЙМАСЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ОҢ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ САЛАЛАРЫНЫҢ СУ АЛАПТАРЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ БЕЙІНІ

Н.Н. Абаев[1], Т.А. Тілләкәрім[1], Д.Б. Ракишев[1,2]*

[1] «Қазгидромет» РМК Ғылыми-зерттеу орталығы, Астана, Қазақстан
[2] Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан
E-mail: rakishev_d@meteo.kz

Бұл мақалада Бұқтырма су қоймасының оң салаларының су жинау аймағының климаттық профиліне талдау жасалды. Ауа температурасы мен жауын - шашын бойынша 1990 ж. мен 2021 ж. аралығындағы соңғы кезең, желдің жылдамдығы мен бағыты бойынша 1966...2000 жж. кезеңнің климаттық мәліметтері негіз болды. Жұмыс нәтижелері көрсеткендей, қарастырылып отырған аумақта ауаның орташа жылдық температурасы -1,8-ден +3,8 ºС-қа дейін ауытқиды. Аумағының көп бөлігінде жауын - шашынның таралуы уақыт бойынша біркелкі емес болды. Жылы мезгілде атмосфералық жауын-шашынның жылдық сомасының 60...75%, жылдың суық мезгілінде 15% түседі. Жауын - шашынның айлық үлестірімінде максималды мәні маусым және шілде айларында, ал минимумы қаңтар айында байқалады. Марқакөл қорығы (1372 м), Катонқарағай (1081 м) және Лениногорск (809 м) биік таулы метеостанцияларындағы жауын-шашынның жылдық мөлшері 1991...2020 жылдар кезеңінде 441...634 мм құрайды, ал қарастырылып отырған аумақтың аласа таулы бөлігінде орналасқан метеостанцияларда Куршим (433 м) және Үлкен Нарын (402 м) 256 мм-ден 395 мм-ге дейін өзгереді. Тәуліктік мәліметтер қатары бойынша есептелген, желдің айлық орташа жылдамдығының көрсеткіштері, шығыс бағыттағы желдің қауталанушылығы жоғары екенін көрсетті. Көпжылдық бөлімде желдің ең төменгі жылдамдығы Марқакөл қорығы станциясында 0,6 м/с (қаңтар), ал ең жоғары 4,2 м/с (сәуір) Катон-Қарағай станциясында байқалады.

Түйін сөздер: ауаның орташа тәуліктік температурасы, жауын-шашын, жылдамдық, жел бағыты, Бұқтырма су қоймасы

CLIMATIC PROFILE OF THE CATCHMENT BASIN OF RIGHT-BANK TRIBUTARIES RIVERS OF THE BUKHTARMA RESERVOIR

N.N. Abayev[1], T.A. Tillakarim[1], D.B. Rakishev[1,2]*

[1] Research Center of RSE «Kazhydromet», Astana, Kazakhstan
[2] L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail: rakishev_d@meteo.kz

In this article, the analysis of the climatic profile of the catchment area of the right tributaries of the Buktyrma reservoir was carried out. The climatic data of air temperature, precipitation for the modern period from 1990 to 2021, and wind speed and direction for the period 1966...2000 were taken as a basis. The results of the work showed that, in the territory under consideration, the average annual air temperature ranges from -1.8 to +3.8 0C. Precipitation in most of the territories is unevenly distributed over time. In the warm season, 60...75% of the annual precipitation falls, in the cold season up to 15%. In monthly precipitation distributions, the maximum is observed in June and July, and the minimum in January. The annual precipitation at the high-altitude weather stations Markakol Reserve (1372 m), Katon-Karagai (1081 m) and Leninogorsk (809 m) for the period 1991...2020 is 441...634 mm, and at the weather stations located in the low-mountain part of the considered territory Kurshim (433 m) and Ulken-Naryn (402 m) varies from 256 mm to 395 mm. The values of the average monthly wind speed, calculated from the daily data series, in the annual context showed a high repeatability of the winds of the eastern direction. In the long-term section, the minimum wind speed is observed at the Markakol Reserve station 0.6 m/s (January), and the maximum 4.2 m/s (April) at the Katon-Karagai station.

Keywords: average daily air temperature, precipitation, wind speed, wind direction, Bukhtarma reservoir

УДК 551.582.1 **МРНТИ 39.01.17**

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В 2012-2023 ГГ.

Н.У. Бултеков*,

Корпоративный фонд «Региональный центр гидрологии», Алматы, Казахстан
E-mail: nureco@mail.ru

Центральная Азия включает в себя пять бывших советских республик: Республику Казахстан, Кыргызскую Республику, Республику Узбекистан, Туркменистан и Республику Таджикистан. Территория Центральной Азии простирается от Каспийского моря на западе до Китая на востоке и от центральной Сибири на севере до Афганистана и Ирана на юге. Несмотря на то, что территория Центральной Азии равна площади Западной Европы, здесь проживает лишь 57 миллионов человек. В 2008 году население Центральной Азии составляло 14 процентов населения региона Европы и Центральной Азии (ЕЦА), в то время как валовой внутренний продукт (ВВП) составил всего лишь 5,0 процентов ВВП региона ЕЦА. Проект модернизации гидрометеорологического обслуживания в Центральной Азии (ПМГМО ЦА) сыграл ключевую роль в расширении сотрудничества, совершенствовании обмена информацией и наращивании потенциала среди пяти Национальных гидрометеорологических служб (НГМС) в Центральной Азии. В рамках реализации проекта был достигнут значительный прогресс в укреплении регионального сотрудничества и институционального потенциала четырех участвующих НГМС. Благодаря совместной деятельности в сфере наращивания потенциала, включая подготовку синоптиков, специалисты НГМС наладили оперативные отношения для сотрудничества, оказания взаимной поддержки и признания региональных и национальных преимуществ совместного использования данных. Также была создана платформа на уровне руководства для стран региона (Казахстан, Кыргызская Республика, Таджикистан, Узбекистан) с целью тесного сотрудничества, достижения консенсуса по перспективным улучшениям и согласования практических аспектов в области оказания информационных услуг, связанных с погодой, климатом и гидрологией, которыми необходимо управлять на уровне всего региона.

Ключевые слова: Центральная Азия, модернизация, гидрометеорология, климатические риски, устойчивое развитие

Поступила: 15.08.23
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-110-3-32-42

ВВЕДЕНИЕ

Территория Центральной Азии (ЦА) включает в себя пять стран: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Туркменистан и Республика Узбекистан с общей площадью 3 882 000 км². Территория охватывает пустынные и полупустынные равнины, плоскогорья и нагорья (Центральная Азия: общие сведения, 2023). Предоставление более качественных погодных, водных и климатических услуг во всей Центральной Азии является исключительно важным для стабильного социального и экономического развития. Все страны ЦА подвержены погодным опасным явлениям, таким как наводнения, селевые потоки, засухи, заморозки, сходы снежных лавин, ливни с градом и сильный ветер, которые приводят к значительным экономическим потерям.

Согласно отчету о климатическом состоянии Азии за 2021 год (State of the Climate in Asia in 2021, 2021), произошло более 100 стихийных бедствий, в результате которых погибло почти 4000 человек. Согласно данным ЭСКАТО за 2020 год (Asia Pacific Risk and Resilience Portal, 2023), среднегодовые потери от опасных явлений, связанных с климатом, составили: в Казахстане – 2 821 млн. долларов, в Узбекистане – 2 738 млн. долларов, в Таджикистане – 560 млн. долларов, в Кыргызстане – 316 млн. долларов, в Туркменистане – 146 млн. долларов. Для всего региона требуется качественная информация о погоде, водных ресурсах и климате, особенно для систем раннего оповещения, стратегий сокращения последствий стихийных бедствий, более эффективных мероприятий по ликвидации и адаптации к изменениям климата в различных областях, таких как сельское хозяйство, транспорт, управление водными ресурсами, производство электроэнергии и здравоохранение.

С учетом этого, предоставление более качественных метеорологических, гидрологических и климатических услуг в ЦА становится неотъемлемым процессом для устойчивого социального и экономического развития региона. В целях поддержки национальных правительств и региональных учреждений в восстановлении и развитии важной общественной службы, такой как гидрометеорологическая, и для достижения общей цели повышения качества гидрометеорологических и климатических услуг в ЦА был разработан Проект модернизации гидрометеорологического обслуживания в Центральной Азии (ПМГМО ЦА). В сентябре 2008 года международные, региональные и национальные учреждения и партнеры объединили усилия с Всемирным Банком (ВБ) для запуска программы модернизации региональных гидрометеорологических служб. Эта инициатива была одобрена странами-членами Программы Центрально-Азиатского Регионального Экономического Сотрудничества (ЦАРЭС) в рамках Инициативы по Управлению Рисками Стихийных Бедствий в Регионе Центральной Азии и Кавказа (ИУРСБ РЦАК). Основную роль в этом процессе сыграли региональные и национальные учреждения, включая Исполнительный Комитет Международного Фонда Спасения Арала (ИК МФСА) и Корпоративный Фонд «Региональный Центр Гидрологии» (РЦГ).

В результате, в 2009 году Всемирным Банком был подготовлен отчет «Улучшение метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания в Центральной Азии (Кыргызская Республика, Республика Таджикистан и Туркменистан)».

С целью объединения усилий для решения вопросов совершенствования гидрометеорологического обслуживания в ЦА, руководители Национальных Гидрометеорологических Служб (НГМС) Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Республики Таджикистан и Республики Узбекистан подписали в 2010 году Меморандум о Взаимопонимании по Реализации Программы Региональных Мероприятий в Рамках Инициативы по Улучшению Гидрометеорологического Обслуживания в Странах ЦА (Шиварева, 2012). 15 декабря 2010 года, Правление Международного Фонда Спасения Арала, состоящее из вице-премьеров Кабинета Министров государств ЦА, одобрило ПМГМО ЦА и поручило ИК МФСА, РЦГ и НГМС ЦА принять меры по реализации данной программы. 26 мая 2011 года Совет директоров Международной Ассоциации Развития (МАР) одобрил данный проект, и было подписано Соглашение о финансировании ПМГМО ЦА между ИК МФСА и МАР. 12 января 2012 года был подписан Договор о Реализации Регионального Компонента «Проект Модернизации Гидрометеорологических Служб Центральной Азии» между ИК МФСА и РЦГ.

ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Основные проблемы, с которыми столкнулись Национальные

Гидрометеорологические Службы (НГМС) стран Центральной Азии (ЦА) и способствовавшие инициированию данной программы, включают:

1) Медленное развитие экономики стран ЦА в сравнении с ведущими странами;

2) Отсутствие инвестиций в работу НГМС;

3) Упадок инфраструктуры гидрометеорологического мониторинга;

4) Недостаток квалифицированного персонала;

5) Слабое сотрудничество между странами ЦА по вопросам природопользования.

В результате данных проблем страдает качество прогнозов погоды и гидрологических событий, что влечет за собой социальные и экономические проблемы в регионе.

Целью проекта является усиление региональной поддержки НГМС, включая Кыргызгидромет и Таджикгидромет, для улучшения систем гидрометеорологического мониторинга, прогнозирования связанных с погодой событий, а также предоставление метеорологических, водных и климатических услуг для удовлетворения национальных экономических и социальных потребностей.

Для достижения данной цели были определены необходимые мероприятия:

1) Внедрение методов численного прогнозирования в практику работы НГМС ЦА;

2) Переподготовка и повышение квалификации национальных специалистов;

3) Укрепление потенциала НГМС ЦА по получению, хранению и обмену информацией.

Задачи, поставленные перед ПМГМО ЦА:

1) Восстановление инфраструктуры и кадрового потенциала НГМС стран ЦА;

2) Управление последствиями изменения климата;

3) Оказание поддержки экономическому развитию сельского хозяйства, водного хозяйства, энергетики и транспорта.

Также, ПМГМО ЦА поддержал гидрометеорологические службы Кыргызской Республики и Республики Таджикистан в совершенствовании материально-технической базы, необходимой для:

1) Наблюдения и прогнозирования изменений в окружающей среде;

2) Усиление потенциала и возможностей персонала;

3) Выработке новой практики деловых отношений для обеспечения устойчивости служб.

ПМГМО ЦА нацелен на снижение экономических потерь из-за высокой степени неопределенности для промышленности и сельского хозяйства, обусловленной погодными и климатическими рисками. Проект обеспечивает механизм реализации основных стратегических приоритетов всех гидрометеорологических институтов.

Структура ПМГМО ЦА.

ПМГМО ЦА включает три компонента (рисунок 1):

1) (А) – Укрепление регионального сотрудничества и обмен информацией. Нацелен на улучшение в ЦА потенциала по развитию сотрудничества между НГМС на базе ИК МФСА и его РЦГ, мандатом которых является продвижение сотрудничества и координации между национальными учреждениями гидрометеорологии и содействие интеграции сетей гидрометеорологических служб Центральной Азии;

2) (В) – Совершенствование гидрометеорологического обслуживания в Кыргызской Республике. Целью данной работы является улучшение потенциала Кыргызгидромета в области предоставления услуг гидрометеорологического мониторинга, прогноза погоды, климата, которые соответствуют экономическим и социальным необходимостям страны;

3) (С) – Совершенствование гидрометеорологического обслуживания в Республики Таджикистан. Данный компонент способствует улушению качества предоставляемых Таджикгидрометом данным наблюдений, прогнозов погоды, гидрологического прогнозирования и др, которые будут соответствовать потребностям различных секторов экономики Таджикистана.

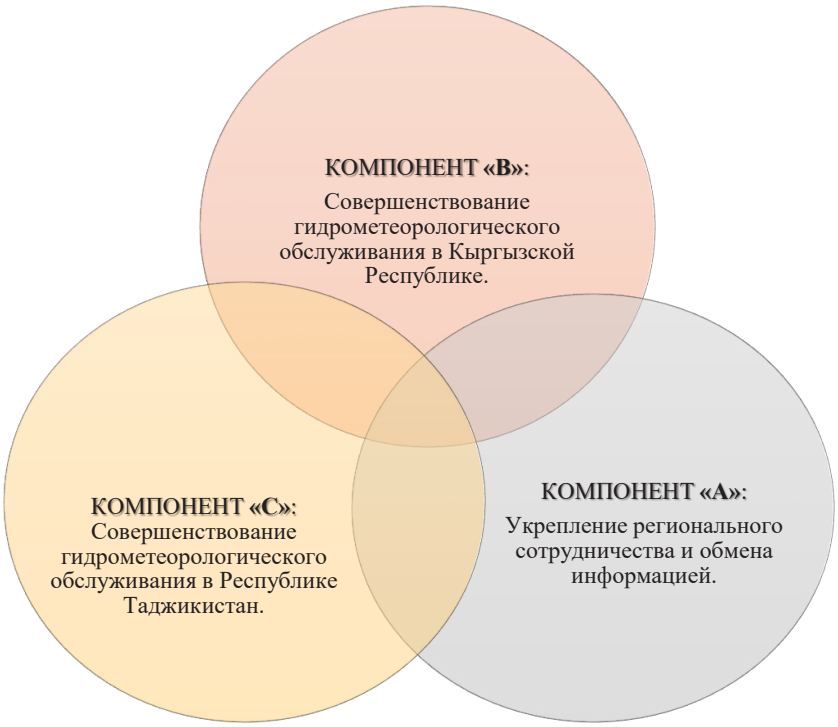

Рис.1. *Структура ПГМО ЦА*

РЕЗУЛЬТАТЫ ПМГМО ЦА.

В период 2012-2018 гг. были проведены мероприятия по 1 этапу проекта. В рамках него проведены работы в 3х направлениях:

1) Укрепление региональной координации и обмена информацией;

2) Улучшение региональной системы обучения, подготовки и повышения квалификации кадров НГМС ЦА;

3) Мероприятия по улучшению качества обслуживания пользователей гидрометеорологической продукции.

По первому направлению, в рамках укрепления региональной координации и обмена информации в ЦА была выполнена поставка оборудования для системы приема контента и визуализации в РСМЦ ВМО (Ташкент), телекоммуникационного оборудования в РСМЦ ВМО, поставка и установка программных обеспечений для системы приема контента и визуализации в РСМЦ ВМО (Ташкент), а также поставка оборудования и программного обеспечения для тематической обработки материалов космической съемки для Казгидромета, Кыргызгидромета, Таджикгидромета и Узгидромета.

Вторая часть работы для выполнения 1 этапа проекта была направлена на улучшение региональной системы обучения, подготовки и повышения квалификации кадров НГМС ЦА, которое включала поставка оборудования для нового регионального учебного центра по озерам и водохранилищам в Чолпон – Ата, Кыргызской Республики; поставка учебного оборудования для обеспечения переподготовки и повышения квалификации кадров наблюдательных подразделений Кыргызгидромета, Регионального учебного центра ВМО в г.Ташкент; поставка оборудования для обработки гидрологических данных Аральского моря в ИК МФСА; созданы системы дистанционного обеспечения в Казгидромете (Астана), в Кыргызгидромете с филиалом в г. Ош, в Таджикгидромете с филиалом в г. Бахтор, в Узгидромете; приобретение электронных учебных пособий для Системы дистанционного обучения (4 НГМС).

В рамках проекта проведены повышение квалификации 364 преподавателей и ведущих специалистов НГМС, в том числе из Казахстана – 86 чел., из Кыргызстана – 76 чел., из Узбекистана – 130 чел., из Таджикистана – 72 чел. Обучение проводилось в Региональном Метеорологическом Учебном Центре ВМО в Москве и Ташкенте, Росгидромете, а также непосредственно в НГМС ЦА

(Астана, Алматы, Ташкент, Бишкек, Душанбе).

Обучение проводилось по 4 направлениям:

1) Повышение квалификации преподавателей в ведущих профильных вузах стран СНГ (4 НГМС);

2) Обучение национальных специалистов применению в оперативной работе результатов расчетов ведущих прогностических центров, в том числе в центрах ВМО (4 НГМС);

3) Изучение международного опыта по созданию системы предупреждений о стихийных и опасных гидрометеорологических явлений и снижение ущерба;

4) Обучающие мероприятия по каскадному способу доступа к результатам численного прогноза.

Также, было проведено повышение квалификации 31 преподавателей и специалистов из стран ЦА, в области гидрометеорологического обеспечения отраслей экономики, эксплуатации современного гидрометеорологического оборудования, использования информационно-измерительных систем в метеорологии, гидрологии и агрометеорологии.

По третьему направлению выполнены ниже представленные работы:

1) Поставка оборудования для численного прогнозирования в практику работы НГМС на национальном и региональном уровнях (4 НГМС);

2) Формирование фонда гидрометеорологических данных на электронных носителях для долговременного (бессрочного) хранения данных (Казгидромет);

3) Разработка и согласование процедуры оповещения о ЧС на региональном и национальном уровнях, основанного на анализе соответствующего международного опыта.

Проведено внедрение каскадного метода прогнозирования суровых погодных условий (SWFDP) в ЦА. В рамках реализации данного метода проведены работы:

1) Создан Интернет-портал SWFDP-CA (Проект по прогнозированию суровых погодных условий в Центральной Азии, 2023), как основной информационный ресурс проекта, включая интерактивную систему МетеоАлерт-ЦА, также разработан сайт регионального центра ВМО Ташкент (Центр гидрометеорологической службы (Узгидромет), 2023), на котором размещена прогностическая продукция для НГМС ЦА, в том числе:

1) Карта прогнозов COSMO-CA по данным за 00, 06, 12 и 18 UTC, а также их анимация;

2) Метеограммы городов стран ЦА;

3) Спутниковые изображения ЦА и их анимация.

Проведена адаптация технологии COSMO в РМЦ ВМО (Ташкент) в интересах 4 НГМС ЦА и в рамках реализации данного направления выполнены мероприятия:

1) Разработано и передано в опытную эксплуатацию в Узгидромет программное обеспечение COSMO-CA;

2) Специалисты Узгидромета имеют возможность осуществлять самостоятельную работу по его запуску в оперативном режиме;

3) Узгидромет, Кыргызгидромет, Таджикгидромет получили лицензии для использования модели COSMO;

4) Завершена работа по подготовке и регулярной передаче результатов прогноза погоды системы ICON;

5) Проведена адаптация модуля формирования выходной продукции оперативной технологии участника COSMO и их передачи в РМЦ ВМО Ташкент для доведения до НГМС ЦА;

6) Организована регулярная передача продукции в Узгидромет из ММЦ Москва, в том числе в кодовой форме GRIB для визуализации в Узгидромете;

7) Создан и передан для сопровождения в РМЦ ВМО Ташкент Интернет-портал Регионального центра с размещением ключевых видов продукции для НГМС Региона и обеспечена передача продукции расчетов COSMO для размещения на сайте Регионального центра.

Выполнены работы по обучению каскадному способу доступа к результатам численного прогноза для 4 НГМС стран ЦА, такие как:

1) Обучение специалистов НГМС ЦА работе с новыми видами продуктов, предоставляемых через SWFDP;

2) Осуществлены региональные и локальные тренинги по следующим направлениям:

1. анализ и интерпретация продукции ЧПП в рамках SWFDP-CA;
2. технология раскодирования, архивирования, визуализации и использования информации расчетов системы мезомасштабного моделирования;
3. прогнозирование суровых погодных условий;
4. метеорологическое обеспечение населения в рамках SWFDP-CA;
5. практическая работа с системой МетеоАлерт и продукции COSMO;
6. современное состояние в области численного прогноза погоды для ограниченной территории;
7. основные приемы работы в операционной системе Linux;
8. основные приемы самостоятельной работы с пакетом визуализации GrADS с результатами прогнозов системы COSMO-Ru для территории Центральной Азии.

Установлено оборудование для численного прогнозирования в НГМС ЦА на национальном и региональном уровнях. Разработана и согласована процедура оповещения о ЧС на региональном и национальном уровне, основанного на анализе соответствующего международного опыта. Продлена лицензия на получение веб-продуктов от ECMWF для НГМС ЦА.

Дополнительное финансирование В январе 2020 г. было выделено дополнительное финансирование до 31 марта 2023 г. Дополнительное финансирование проекта, позволило: (i) завершить мероприятия, осуществление которых ранее было ограничено дефицитом средств; (ii) расширить масштабы деятельности, особенно, что касается закупки гидрометеорологического оборудования; и (iii) осуществить новые мероприятия, которые дадут возможность полностью достичь в рамках реализации ПМГМО ЦА ожидаемой цели развития по проекту (ЦРП) и повысить степень его воздействия (таблица 1...2).

Таблица 1

Мероприятия по проведенному обучению в рамках дополнительного финансирования

ОБУЧАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ ФИНАНСИРОВАНИЮ		
Проект CAFEWS (Система раннего оповещения о наводнениях в Центральной Азии)	**6**	2 -онлайн семинара по МСН и DWAT, 1 семинар по МСН, Астана, Казахстан 1 - установка МСН в Казгидромете, Кыргызгидромете, Таджикгидромете, Узгидромете 1 семинар по DWAT, Бишкек, Кыргызстан 1 - установка МСН в Казгидромете, Кыргызгидромете, Таджикгидромете, Узгидромете
Обучение IT специалистов и синоптиков по вопросам технологий COSMO CA	**3**	1- онлайн семинар 2 семинара, Ташкент, Узбекистан
Семинар по агрометеорологии	**1**	Астана, Казахстан
Семинар по гидрологии	**1**	Астана, Казахстан
ВСЕГО	**60**	

ОБСУЖДЕНИЕ

ПМГМО ЦА за период 2012-2023 гг. достиг положительных результатов по решению вопросов улучшения точности и заблаговременности информации, которые предоставляют гидрометеорологические службы стран ЦА, в том числе по:

1) Развитию сотрудничества между НГМС Центральной Азии в отношении приема, обработки и обмена информацией в регионе;
2) Укреплению технических и организационных возможностей НГМС по получению, хранению и обмену информацией;

Таблица 2

Количество участников из стран ЦА

Количество участников по странам	ПМГМО (САНМР)	SEWMN	CAFEWS		COSMO CA	ГИДРО	АГРО	ВСЕГО
			MCH	DWAT				
Республика Казахстан	86	66	11	8	11		3	185
Кыргызская Республика	76	30	6	9	14	2	2	139
Республика Таджикистан	72	36	5	5	12	2	2	134
Туркменистан	-	23	6	5	7			41
Республика Узбекистан	130	38	9	4	37	2	2	222
Участники от организаций ЦА с разрешения команды Всемирного Банка	-	57						57
ВСЕГО	**364**	**250**	**37**	**31**	**81**	**6**	**9**	**778**

3) Обеспечению доступа к большому массиву данных и информации, вырабатываемых мировыми центрами данных и численных прогнозов;

4) Улучшению качества обслуживания потребителей гидрометеорологической продукцией;

5) Внедрению каскадного метода по прогнозированию суровых погодных условий (SWFDP) в ЦА и адаптации технологии COSMO в РСМЦ ВМО (Ташкент) в интересах 4 НГМС ЦА;

6) Обеспечению доступа к большому массиву данных и информации, вырабатываемых мировыми центрами данных и численных прогнозов;

7) Созданию нового регионального учебного центра для НГМС ЦА;

8) Переподготовке и повышению квалификации сотрудников наблюдательных подразделений.

По дополнительному финансированию по Подкомпоненту А.1 «Совершенствование технического и организационного потенциала НГМС ЦА и РЦГ в целях укрепления региональной координации в области обмена данными и управления ими» были включены следующие мероприятия:

- Поставка оборудования для создания ядра информационно-телекоммуникационной системы Регионального специализированного метеорологического центра ВМО Ташкент;
- Поставка оборудования для обеспечения доступа, управления и безопасности информационно-телекоммуникационной системы Регионального специализированного метеорологического центра ВМО Ташкент;
- Поставка и установка структурированной кабельной системы в Региональный специализированный метеорологический центр ВМО
- Поставка и установка программного обеспечения для внедрения системы сбора и обработки метаданных и прогнозирования в Региональном специализированном метеорологическом
- центре ВМО.
- Поставка и установка оборудования и программного обеспечения предназначенного для ведения непрерывного мониторинга состояния и использования сельскохозяйственных угодий (Кыргызгидромет, Таджикгидромет, Узгидромет, РЦГ).

Мероприятия по доукомплектованию созданной в рамках ПМГМО ЦА Системы дистанционного обучения электронными учебными курсами выполнялись в рамках Подкомпонента А.2 «Улучшение региональной системы обучения, подготовки и повышения квалификации кадров в области метеорологии, гидрологии и климата». В рамках Подкомпонента А3 «Совершенствование гидрометеорологического обслуживания со стороны НГМС» было предусмотрено выполнение следующих мероприятий:

- Повышение квалификации специалистов информационных технологий (ИТ) и синоптиков в области декодирования, архивирования, визуализации, а также применение результатов расчета системы мезомасштабного ЧПП моделирования и организация автоматизированной обработки информации, с использованием COSMO-CA;
- Найм международных консультантов и экспертов;
- Методологическая и техническая помощь для ввода в эксплуатацию компьютерного кластера в РСМЦ ВМО Ташкент и установки системы COSMO-CA.
- Создание Системы гидрометеорологических рабочих станций для прогнозистов и глобальные сети в Центральной Азии;
- Поставка и установка оборудования (модернизация существующего оборудования CARFFGS с новыми серверами) и программного обеспечения (Модули системы управления внезапными наводнениями и паводками) для системы прогнозирования стока и оползней;
- Тренинг по установке МСН для стандартизации данных и обмена данными; внедрение инструмента динамической оценки водных ресурсов (DWAT) для управления водными ресурсами.
- Продление лицензии для пяти стран ЦА на получение веб-продуктов от Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF).

Рекомендации

Для дальнейшего развития НГМС ЦА и улучшения их эффективности в предоставлении информации о погоде, климате и гидрологии следует рассмотреть следующие рекомендации:

1. Усиление финансирования: Продолжать работу над обеспечением стабильного и адекватного финансирования для НГМС. Устойчивые бюджеты позволят совершенствовать инфраструктуру, проводить обучение кадров, обновлять оборудование и поддерживать операционную деятельность.
2. Совершенствование инфраструктуры: Продолжить модернизацию гидрометеорологической инфраструктуры, включая обновление сетей наблюдений, внедрение современных технологий для численного прогнозирования, улучшение системы обработки и хранения данных.
3. Развитие кадровой подготовки: Осуществлять постоянное обучение и повышение квалификации специалистов в области гидрометеорологии. Важно поддерживать обмен опытом и знаниями с международными партнерами.
4. Интеграция в системы управления рисками бедствий: Интегрировать гидрометеорологические службы в более широкие национальные стратегии управления рисками бедствий, что поможет повысить их эффективность и влияние на обеспечение безопасности и стабильности региона.
5. Сотрудничество и обмен информацией: Продолжить развивать международное сотрудничество с соседними странами и региональными организациями в области гидрометеорологии. Обмен опытом, данных и передовой практикой позволит улучшить качество прогнозов и мониторинга.
6. Развитие инфраструктуры предоставления информации: Расширить доступность гидрометеорологической информации для широкой аудитории с использованием современных технологий и онлайн-ресурсов, включая мобильные приложения, интерактивные карты и веб-порталы.
7. Продвижение осведомленности: Усилить усилия по повышению осведомленности общественности о погодных и климатических рисках, важности подготовки к стихийным бедствиям и использованию гидрометеорологической информации.
8. Инновации и исследования: Поддерживать исследования и разработки в области гидрометеорологии для улучшения

прогнозов, моделирования и предоставления более точной и своевременной информации.

9. Адаптация к изменению климата: Учесть изменения климата в разработке стратегий и планов действий, чтобы более эффективно справляться с его последствиями и рисками.

10. Продолжение дополнительного финансирования: При необходимости, продолжать поиски и получение дополнительных финансовых ресурсов для поддержания и расширения успешных инициатив и проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Национальные гидрометеорологические службы играют ключевую роль в обеспечении готовности к стихийным бедствиям и проведении мониторинга опасностей. НМГС ЦА предоставляют правительственным учреждениям и общественности своевременные прогнозы погоды, гидрологического режима рек и делают ранние оповещения для того, чтобы помочь подготовиться к суровым погодным явлениям. Тем не менее регулярное недофинансирование организаций гидрометеорологического обслуживания на протяжении более трех десятилетий в сочетании с растущим спросом на более надежные и комплексные информационные услуги означает то, что даже с учетом успехов, достигнутых в рамках реализации ПМГМО ЦА и освоения инвестиций, полученных от других партнеров, НМГС в странах Центральной Азии сталкиваются со сложностями в плане того, чтобы полностью удовлетворять потребности общества. Несмотря на это, в рамках реализации ПМГМО ЦА, а также других проектов Банка и партнеров по развитию, был извлечен ряд уроков и изучена передовая практика для модернизации гидрометеорологического обслуживания, что нашло свое отражение в разработке дизайна дополнительного финансирования.

Для того чтобы быть эффективными, гидрометеорологические службы должны быть частью более комплексных стратегий управления рисками бедствий, которые в настоящее время не полностью внедрены на институциональном уровне в странах Центральной Азии. Правительства во всем регионе продолжают уделять основное внимание реагированию на стихийные бедствия с переходом к более активному подходу к ликвидации последствий стихийных бедствий, что обусловлено политической волей и уставными полномочиями соответствующих государственных структур.

В заключение, необходимо отметить, что ПМГМО ЦА представляет собой значимый шаг к улучшению гидрометеорологической инфраструктуры и подготовки кадров в регионе. Проект решает ключевые проблемы, с которыми сталкиваются гидрометеорологические службы стран Центральной Азии, включая недостаток финансирования, упадок инфраструктуры и недостаток квалифицированных кадров.

Дополнительное финансирование, выделенное для проекта, сыграло важную роль в завершении мероприятий, которые ранее были ограничены дефицитом средств, а также в расширении масштаба и улучшении качества работы гидрометеорологических служб. Это дополнительное финансирование позволило не только завершить текущие мероприятия, но и внедрить новые подходы и технологии, которые способствовали улучшению качества прогнозов погоды и гидрологических событий.

Гидрометеорологические службы играют ключевую роль в обеспечении готовности к стихийным бедствиям и управлении рисками. Однако, несмотря на достижения и поддержку со стороны партнеров, они продолжают сталкиваться с вызовами в обеспечении всесторонних и актуальных данных для общества. Для эффективности гидрометеорологических служб, важно интегрировать их в более широкие стратегии управления рисками стихийных бедствий, а также обратить внимание на формирование комплексных подходов к предотвращению бедствий и обеспечению безопасности национальных территорий.

ПМГМО ЦА продемонстрировал, как сотрудничество между странами и международными партнерами может способствовать усилению гидрометеорологических служб и повышению уровня готовности к погодным и гидрологическим рискам.

Этот проект не только способствует экономическому и социальному развитию региона, но и служит примером для других регионов, где улучшение гидрометеорологической инфраструктуры играет важную роль в обеспечении безопасности и устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Центральная Азия: общие сведения [Электронный ресурс]. URL: http://www.icwc-aral.uz/general_ru (дата обращения: 16.06.2023 г.)
2. State of the Climate in Asia in 2021 [Электронный ресурс]. URL: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate/asia#:~:text=The%20State%20of%20the%20Climate,and%20holding%20back%20sustainable%20development (дата обращения: 16.06.2023 г.).
3. Asia Pacific Risk and Resilience Portal [Электронный ресурс]. URL: https://rrp.unescap.org/ (дата обращения: 16.06.2023 г.)
4. Шиварева С.П. О программе улучшения гидрометеорологического обслуживания Центральной Азии // Гидрометеорология и экология. №2, 2012. С. 166-178.
5. Проект по прогнозированию суровых погодных условий в Центральной Азии [Электронный ресурс] URL: http://swfdp-ca.meteoinfo.ru/ (дата обращения: 17.06.2023 г.)
6. Центр гидрометеорологической службы (Узгидромет) [Электронный ресурс]. URL: http://asia.meteorf.ru (дата обращения: 17.06.2023 г.)

REFERENCES

1. Central'naja Azija: obshhie svedenija [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.icwc-aral.uz/general_ru (data obrashhenija: 16.06.2023 g.)
2. State of the Climate in Asia in 2021 [Jelektronnyj resurs]. URL: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate/asia#:~:text=The%20State%20of%20the%20Climate,and%20holding%20back%20sustainable%20development (data obrashhenija: 16.06.2023 g.).
3. Asia Pacific Risk and Resilience Portal [Jelektronnyj resurs]. URL: https://rrp.unescap.org/ (data obrashhenija: 16.06.2023 g.)
4. Shivareva S.P. O programme uluchshenija gidrometeorologicheskogo obsluzhivanija Central'noj Azii // Gidrometeorologija i jekologija. №2, 2012. S. 166-178.
5. Proekt po prognozirovaniju surovyh pogodnyh uslovij v Central'noj Azii [Jelektronnyj resurs] URL: http://swfdp-ca.meteoinfo.ru/ (data obrashhenija: 17.06.2023 g.)
6. Centr gidrometeorologicheskoj sluzhby (Uzgidromet) [Jelektronnyj resurs]. URL: http://asia.meteorf.ru (data obrashhenija: 17.06.2023 g.)

2012-2023 ЖЫЛДАРЫ ОРТАЛЫҚ АЗИЯДА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІ ЖАҢҒЫРТУ ЖОБАСЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Н.У. Бултеков*,

«Өңірлік Гидрология орталығы» корпоративтік қоры, Алматы, Қазақстан
E-mail: nureco@mail.ru

Орталық Азияға бұрынғы бес кеңестік республика кіреді: Қазақстан Республикасы, Қырғыз Республикасы, Өзбекстан Республикасы, Түрікменстан және Тәжікстан Республикасы. Орталық Азия аумағы батыста Каспий теңізінен шығыста Қытайға, солтүстігінде Орталық Сібірден оңтүстігінде Ауғанстан мен Иранға дейін созылады. Орталық Азия аумағы Батыс Еуропаның аумағына тең болғанына қарамастан, мұнда тек 57 миллион адам тұрады. 2008 жылы Орталық Азия халқы Еуропа мен Орталық Азия (ЕО) аймағының 14 пайызын құрады, ал жалпы ішкі өнім (ЖІӨ) ЕОА аймағының ЖІӨ-нің 5,0 пайызын ғана құрады. Орталық Азиядағы гидрометеорологиялық қызмет көрсетуді жаңғырту жобасы (ОА ГҚКЖЖ) ынтымақтастықты кеңейтуде, ақпарат алмасуды жетілдіруде және Орталық Азиядағы бес ұлттық гидрометеорологиялық қызмет (ҰГМҚ) арасында әлеуетті арттыруда шешуші рөл атқарды.

Жобаны іске асыру шеңберінде өңірлік ынтымақтастықты және қатысушы төрт ҰГМҚ институционалдық әлеуетін нығайтуда елеулі прогреске қол жеткізілді. Синоптиктерді даярлауды қоса алғанда, әлеуетті арттыру саласындағы бірлескен қызметтің арқасында ҰГМҚ мамандары ынтымақтастық, өзара қолдау көрсету және деректерді бірлесіп пайдаланудың өңірлік және Ұлттық артықшылықтарын тану үшін жедел қарым-қатынас орнатты. Сондай-ақ жақын ынтымақтастық, перспективалық жақсартулар бойынша консенсусқа қол жеткізу және бүкіл өңір деңгейінде басқарылуы қажет ауа-райына, климатқа және гидрологияға байланысты ақпараттық қызметтер көрсету саласындағы практикалық аспектілерді келісу мақсатында өңір елдері үшін (Қазақстан, Қырғыз Республикасы, Тәжікстан, Өзбекстан) басшылық деңгейінде платформа құрылды.

Түйін сөздер: Орталық Азия, модернизация, гидрометеорология, климаттық тәуекелдер, тұрақты даму

RESULTS OF THE PROJECT ON MODERNIZATION OF HYDROMETEOROLOGICAL SERVICES IN CENTRAL ASIA FROM 2012 TO 2023

N.Bultekov*,

Corporate Fund «Regional Center of Hydrology», Almaty, Kazakhstan
E-mail: nureco@mail.ru

Central Asia consists of five former Soviet republics: the Republic of Kazakhstan, the Kyrgyz Republic, the Republic of Uzbekistan, Turkmenistan, and the Republic of Tajikistan. The territory of Central Asia stretches from the Caspian Sea in the west to China in the east, and from central Siberia in the north to Afghanistan and Iran in the south. Despite having an area the size of Western Europe, Central Asia is home to only 57 million people. In 2008, the population of Central Asia accounted for 14% of the population of the Europe and Central Asia (ECA) region, while the gross domestic product (GDP) amounted to only 5.0% of the GDP of the ECA region. The Central Asia Hydrometeorological Services Modernization Project (CA HMSMP) played a key role in enhancing cooperation, improving information sharing, and capacity building among the five National Hydrometeorological Services (NHMS) in Central Asia. The project has made significant progress in strengthening regional cooperation and institutional capacity of the four participating NHMSs. Through joint capacity building activities, including training of forecasters, NHMS specialists have established operational relationships for cooperation, mutual support, and recognition of regional and national benefits of data sharing. A high-level platform for the countries of the region (Kazakhstan, Kyrgyz Republic, Tajikistan, Uzbekistan) was also established to work closely together, build consensus on promising improvements, and harmonize practical aspects of weather, climate, and hydrological information services to be managed at the regional level.

Keywords: Central Asia, modernization, hydrometeorology, climate risks, sustainable development

УДК 614.78 **МРНТИ 87.19.02**

ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Т.А. Безуглый

Автономная некоммерческая организация «Центр исследований и решений экологических проблем Экопатология», г. Челябинск, Российская Федерация
E-mail: timabez7@yandex.ru

В 2023 году автономная некоммерческая организация «Центр исследований и решений экологических проблем Экопатология» провел исследование территорий города Костаная на предмет выявления несанкционированных свалок твердых коммунальных, строительных и иных отходов по методике «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок».

По адаптированной для использования в Республике Казахстан методике было выявлено 40 несанкционированных свалок общей площадью более 19 тысяч м² в Костанае и на близлежащих территориях.

В работе приводится адаптированный алгоритм «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок», анализ результатов проведенного исследования и эффективные меры профилактики загрязнений.

Ключевые слова: спутниковая экология, несанкционированные свалки, охрана окружающей среды, анализ спутниковых снимков, Костанай, профилактика незаконных свалок, охрана почв, спутниковый мониторинг

Поступила: 09.09.23
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-110-3-43-51

ВВЕДЕНИЕ

Проблема коммунальной гигиены – несанкционированные свалки твердых коммунальных, строительных и иных отходов актуальна для Республики Казахстан. Согласно результатам космического мониторинга, проведенного АО «Қазақстан Ғарыш Сапары» по заказу Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан было выявлено более 7500 несанкционированных свалок во всех регионах страны (Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы, 2023).

Несанкционированные свалки наносят ущерб окружающей среде независимо от политических границ: загрязнение грунтовых вод, рек или почвы в одной стране может привести к разрушению экосистем в другой (Дубовик, 2022; Чиканаев и Ақыл, 2021).

Основной метод решения проблемы несанкционированных свалок – их уборка или рекультивация. Однако, решению должен предшествовать процесс выявления местоположения свалки.

Поиск незаконных свалок посредством анализа спутниковых снимков – эффективное решение для определения местоположения, на что указывают как исследования, проведенные в Республике Казахстан, так и исследования, проведенные в других странах (Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы, 2023; Безуглый и Сибиркина, 2023; Тиржанова и Сайлыгараева, 2020).

Методики анализа спутниковых снимков не применяются повсеместно из-за нескольких проблем: платное программное обеспечение, отсутствие квалифицированных специалистов или средств для проведения исследований.

Особенность методики «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок» заключается в том, что она базируется на открытом

программном обеспечении и не требует специализированных знаний от оператора, как следствие, она может быть использована экологами, общественными деятелями, государственными и муниципальными служащими для экологического мониторинга и выявления незаконных свалок размером от 47 м² до 10,000 м² (Безуглый, 2022).

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описать опыт выявления несанкционированных свалок посредство анализа спутниковых снимков в городе Костанай.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе приводятся результаты исследований, проведенных Автономной некоммерческой организацией «Центр исследований и решений экологических проблем Экопатология» с целью помощи государственным и муниципальным служащим Костанайской области в решении проблемы незаконных свалок в ходе 2023 года в рамках проекта «Лаборатория экологического мониторинга «Свалок.Нет».

Рис.1. *Спутниковый снимок города Костанай, исследуемая территория (Google Earth Pro, Maxar Technologes, Airbus, 2023)*

В ходе проведенных исследований «Центр Экопатология» составил «Каталог несанкционированных свалок города Костанай» (на английском «Catalog of illegal landfills in Kostanay») формы «СЕР-02», в котором содержалась информация о предположительном расположении 40 несанкционированных свалок, общей площадью 19.200 м², находящихся в пределах города Костаная и его ближайших окрестностях (Каталог незаконных свалок города Костанай, 2023).

Каталог был составлен по методике «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок», адаптированной для Республики Казахстан.

ВИЗУАЛЬНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ ПОИСК НЕЗАКОННЫХ СВАЛОК

(Версия, адаптированная для использования в Республике Казахстан)

«Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок» представляет собой систему, благодаря которой некоммерческие организации, общественные деятели и волонтеры-экологи могут выявить и вывести в правовое поле несанкционированные свалки посредством анализа спутниковых

Минимально подходящее для использования алгоритма программное обеспечение: информационный ресурс Яндекс карты.

Рекомендуемое для использования алгоритма программное обеспечение: Google Планета Земля, информационный ресурс Яндекс карты.

Доступность использования алгоритма определяется тем, что все, как минимально подходящие, так и рекомендованные к использованию программы находятся в открытом доступе, содержат в себе открытые для анализа базы данных и могут быть использованы любым физическим или юридическим лицом, которое имеет доступ к сети интернет. Алгоритм разделен на 4 этапа, общая схема работы алгоритма представлена на рисунке 2.

Рис.2. *Общая схема алгоритма визуального спутникового поиска*

На этапе подготовки к проведению исследований определяется территория, которая будет исследоваться для выявления несанкционированных свалок.

Характеристики этапов алгоритма:

I этап – осмотр потенциально загрязненных мест, определение координат первичных загрязнений – предполагаемых несанкционированных свалок.

Определение координат – дешифровку данных – производит оператор, ориентируясь на следующие критерии:

1. Наличие элементов рельефа, закрывающих незаконное загрязнение от жилых массивов или нахождение свалки в промзоне;
2. Наличие автомобильной дороги;
3. Относительное постоянство цвета несанкционированной свалки.

На представленном ниже рисунке 3 показаны описанные критерии выявленной несанкционированной свалки.

Рис.3. *Выявленная несанкционированная свалка в Костанае, белые стрелки показывают на характерные признаки (Google Earth, Maxar Technologies с изменениями)*

II этап – верификация первичных загрязнений посредством анализа исторических изменений, фиксируемых на спутниковых снимках, сделанных в разное время. Если на данном этапе первичное загрязнение верифицируется, то оно переходит в статус подтвержденного загрязнения и направляется на третий этап;

III этап – описание местоположения и структуризация информации о выявленных несанкционированных свалках.

Для реализации этапа предлагается определение относительного и абсолютного местоположения несанкционированной свалок. Относительное местоположение определяется в привязке к улицам, домам, дорогам или иным объектам, обозначенным на карте.

Абсолютное местоположение – координаты несанкционированной свалки.

Свалкам присваиваются номера, в картографическом программном обеспечении оценивается их площадь, по желанию – структура, возраст.

IV этап – оформление и публикация документации подтвержденных загрязнений и подготовка обращений в органы власти.

Для адаптации метода к реалиям Республики Казахстан была разработана новая форма каталогов несанкционированных свалок «Center Ecopathology 02» (сокращенно: «CEP-02»), в которой указан номер свалки, площадь, относительное и абсолютное местоположение, а также приведен скриншот снимка со спутника, на котором выделена локализация свалки.

Отличие версии, адаптированной для использования в Республике Казахстан:

В первом этапе алгоритма – четвертый критерий «относительная удаленность от жилых массивов» оригинальной версии не подтвердился в ходе проведенного исследования.

На третьем этапе алгоритма было принято решение вместо указания кадастрового номера земельного участка с предположительной локализацией свалки, определять относительное и абсолютное местоположение.

В настоящее времени ведутся работы по автоматизации этапов алгоритма.

ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В ГОРОДЕ КОСТАНАЙ

В городе Костанай проживает 264 тыс. населения, площадь города 244 км². Исследование в соответствии с алгоритмом проводилось в июне-августе 2023 года.

В таблице 1 представлена общая характеристика выявленных и каталогизированных свалок (Каталог незаконных свалок города Костанай, 2023).

Таблица 1

Общая характеристика выявленных свалок в городе Костанай

Количество свалок	Общая площадь свалок, м²	Средняя площадь свалки, м
40	19207	480,175
Размер наименьшей свалки, м²	**Размер наибольшей свалки, м²**	
47	4000	

При группировании свалок по площади, представляется возможным выделить три группы. К группе до 500 м² относятся 80% выявленных объектов, к группе от 500 м² до 1000 м² – 7,5%, к группе более 1000 м² – 12,5%.

Причина высокой доли объектов до 500 м² в том, что значительная часть свалок организована в непосредственной близости от частных домов. Потенциально, их возникновение связано с низкой долей полигонов твердых бытовых отходов, соответствующих экологическим нормам и стандартам – 18,2% по состоянию на 2020 год (Каталог незаконных города Челябинска, 2023).

При сравнении результатов исследования с ранее составленными каталогами Челябинска, Копейска и Троицка, представляется возможным описать ряд закономерностей (Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов, 2023; Каталог незаконных свалок Челябинской области: Троицк, 2021; Каталог свалок Челябинской городской агломерации с изменениями от 16.11.2021, 2021).

Так количество выявленных свалок на единицу населения в городе Костанае выше, чем в городах, сравнение с которыми приводится: 40 единиц на 264 тысяч населения.

Средняя площадь несанкционированных свалок в Костанае меньше, чем в Челябинске, Копейске и Троицке – всего 480 м².

Таким образом, несмотря на то что в Костанае по методике «Визуальный спутниковый поиск несанкционированных свалок» выявлено больше объектов загрязнения, их средняя площадь в несколько раз меньше, чем у свалок, выявленных в других городах, исследования которых проводились ранее.

Рассмотрим эффективные мероприятия по профилактике загрязнения окружающей среды несанкционированными свалками твердых коммунальных и строительных отходов:

1. Установка камер-ловушек на участках повышенного риска образования несанкционированных свалок:
- места ликвидированных ранее несанкционированных свалок;
- места действующих несанкционированных свалок;
- низменности в пределах 5 км от жилой застройки или промышленной зоны, в случае если они соединены дорогой;
- лесные массивы в пределах 5 км от жилой застройки или промышленной зоны, в случае если они соединены дорогой.

Камеры-ловушки должны фиксировать номера автотранспортных средств, на которых твердые коммунальные и строительные отходы транспортируются в место организации свалки (Кащеев и др., 2021).

2. Использование дронов для видеофиксации – мониторинг труднодоступных участков, подверженных повышенному риску загрязнения, представляется возможным регулярно проводить посредством дронов

3. Указание в государственных и муниципальных контрактах по оказанию строительных и ремонтных услуг обязательств подрядчику по вывозу и утилизации строительных отходов на специализированные полигоны, контроль по исполнением обязательства

4. Введение института общественных инспекторов по охране окружающей среды (Мухлынина, 2018).

Общественные инспектора по охране окружающей среды – уполномоченные на контроль и фиксацию нарушений в сфере охраны окружающей среды общественные деятели, экологи и экологические активисты, заинтересованные в помощи органам

в решении проблем окружающей среды.

Данная практика зародилась в СССР во второй половине XX века и претерпев ряд изменений по сей день используется в Российской Федерации. Органы власти, уполномоченные на надзор в сфере природоохранного законодательства пользуются помощью общественников, которые получают статус общественного инспектора по охране окружающей среды, на безвозмездной основе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении исследования по адаптированной для Республики Казахстан методике «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок» было выявлено 40 несанкционированных свалок, расположенных на территории города Костанай и его окрестностях.

Количество выявленных незаконных свалок площадью до 500 м² – 80%, высокая доля потенциально связана с тем, что свалки находились в непосредственной близости к частным домам.

К эффективным методикам профилактики загрязнения почв несанкционированными свалками, представляется возможным отнести: установку камер-ловушек, использование дронов для видеофиксации загрязнений, указанием обязательств по утилизации отходов на специализированных полигонах в государственных контрактах и введение института общественных инспекторов по охране окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заңсыз қоқыстарды жою, тұрмыстық қатты қалдықтарды бөлу және табиғатты қорғау — ЭГТРМ Президент тапсырмасының орындалуы туралы есеп берді // Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы, URL: https://primeminister.kz/kz/news/zansyz-kokystardy-zhoyu-turmystyk-katty-kaldyktardy-boluzhane-tabigatty-korgau-egtrm-prezident-tapsyrmasynyn-oryndaluy-turaly-esep-berdi-226484 (дата обращения: 08.09.2023).
2. Дубовик Д.М. Объекты накопленного вреда: к вопросу о несанкционированных свалках // Российское право: образование, практика, наука. 2022. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obekty-nakoplennogo-vreda-k-voprosu-o-nesanktsionirovannyh-svalkah (дата обращения: 08.09.2023).
3. Чиканаев А. Ш., Ақыл Т. Е. Өнеркәсіп кәсіпорындарының архитектуралық қалыптасындағы қоршаған ортаны бастауын азайтудың теориялық аспектілері // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – No. 11-4(79). – P. 66-76.
4. Безуглый Т. А., Сибиркина А. Р. Использование спутниковых снимков для выявления проблемы несанкционированных свалок в Челябинской области // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2023. – № 2(174). – С. 58-62.
5. Тиржанова С. Е., Сайлыгараева М. А. Космический мониторинг береговых линий и лесных массивов в Республике Казахстан // Наука и образование сегодня. 2020. №5 (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskiy-monitoring-beregovyh-liniy-i-lesnyh-massivov-v-respublike-kazahstan (дата обращения: 04.09.2023).
6. Безуглый Т. А. «Визуальный спутниковый поиск незаконных свалок»: алгоритм поиска незаконных свалок твердых бытовых и строительных отходов с использованием спутниковых снимков – Челябинск : АНО «Центр Экопатология», 2022. – 49 с.
7. Каталог незаконных свалок города Костанай // АНО «Центр Экопатология». – Челябинск. – 2023. – 26 с. URL: https://ecopathology.ru/katalog-nezakonnyh-svalok-goroda-kostanaj/ (дата обращения: 04.09.2023)
8. Каталог незаконных города Челябинска // Систематизация информации о незаконных свалках, Челябинск: АНО «Центр Экопатология», – 2022. – 24 с. URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-chelyabinskoj-gorodskoj-aglomeratsii/ (дата обращение 04.09.2023).
9. Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов // Государственные услуги и информация онлайн, URL: https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse (дата обращение 04.09.2023).
10. Каталог незаконных свалок Челябинской области: Троицк // Систематизация информации о незаконных свалках,

Челябинск: АНО «Центр Экопатология», – 2021. – 11 с., URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-troitsk/ (дата обращение 04.09.2023).
11. Каталог свалок Челябинской городской агломерации с изменениями от 16.11.2021 // Систематизация информации о незаконных свалках, Челябинск: АНО «Центр Экопатология», 2021. 22 с., URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-chelyabinskoj-gorodskoj-aglomeratsii/ (дата обращение 04.09.2023).
12. Кащеев Р.Л., Казаков Н.П., Лопатин Н.В. Система контроля движения транспортных средств при перевозке твердых коммунальных отходов // Военный инженер. 2021. №3 (21). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kontrolya-dvizheniya-transportnyh-sredstv-pri-perevozke-tverdyh-kommunalnyh-othodov (дата обращения: 08.09.2023).
13. Мухлынина М.М. К вопросу о создании института общественных инспекторов и их роли в контрольно-надзорной деятельности в сфере охраны окружающей среды // Закон и право. 2018. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sozdanii-instituta-obschestvennyh-inspektorov-i-ih-roli-v-kontrolno-nadzornoy-deyatelnosti-v-sfere-ohrany-okruzhayuscheysredy (дата обращения: 08.09.2023).

REFERENCES

1. Zabsyz kokystardy zhoyu, turmystyk katty kaldyktardy bolu zhəne tabigatty korgau — EGTRM Prezident tapsyrmasynyn oryndaluy turaly esep berdi // Kazakstan Respublikasy Premʼer-Ministrinin resmi akparattyk resursy, URL: https://primeminister.kz/kz/news/zansyz-kokystardy-zhoyu-turmystyk-katty-kaldyktardy-bolu-zhane-tabigatty-korgau-egtrm-prezident-tapsyrmasynyn-oryndaluy-turaly-esep-berdi-226484 (data obrashcheniya: 08.09.2023).
2. Dubovik D.M. Ob»ekty nakoplennogo vreda: k voprosu o nesanktsionirovannykh svalkakh // Rossiiskoe pravo: obrazovanie, praktika, nauka. 2022. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obekty-nakoplennogo-vreda-k-voprosu-o-nesanktsionirovannyh-svalkah (data obrashcheniya: 08.09.2023).
3. Chikanaev A. Sh., Akyl T. E. Onerkəsip kəsiporyndarynyn arkhitekturalyk kalyptasyndagy korshagan ortany bastauyn azaitudyn teoriyalyk aspektileri // Aktualʼnye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire. – 2021. – No. 11-4(79). – P. 66-76.
4. Bezuglyi T. A., Sibirkina A. R. Ispolʼzovanie sputnikovykh snimkov dlya vyyavleniya problemy nesanktsionirovannykh svalok v Chelyabinskoi oblasti // Ispolʼzovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii. – 2023. – № 2(174). – S. 58-62.
5. Tirzhanova S. E., Sailygaraeva M. A. Kosmicheskii monitoring beregovykh linii i lesnykh massivov v Respublike Kazakhstan // Nauka i obrazovanie segodnya. 2020. №5 (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskiy-monitoring-beregovyh-liniy-i-lesnyh-massivov-v-respublike-kazahstan (data obrashcheniya: 04.09.2023).
6. Bezuglyi T. A. «Vizualʼnyi sputnikovyi poisk nezakonnykh svalok»: algoritm poiska nezakonnykh svalok tverdykh bytovykh i stroitelʼnykh otkhodov s ispolʼzovaniem sputnikovykh snimkov – Chelyabinsk : ANO «Tsentr Ekopatologiya», 2022. – 49 s.
7. Katalog nezakonnykh svalok goroda Kostanai // ANO «Tsentr Ekopatologiya». – Chelyabinsk. – 2023. – 26 s. URL: https://ecopathology.ru/katalog-nezakonnyh-svalok-goroda-kostanaj/ (data obrashcheniya: 04.09.2023)
8. Katalog nezakonnykh goroda Chelyabinska // Sistematizatsiya informatsii o nezakonnykh svalkakh, Chelyabinsk: ANO «Tsentr Ekopatologiya», – 2022. – 24 s. URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-chelyabinskoj-gorodskoj-aglomeratsii/ (data obrashchenie 04.09.2023).
9. Informatsiya o sokrashchenii, pererabotke i vtorichnom ispolʼzovanii otkhodov // Gosudarstvennye uslugi i informatsiya onlain, URL: https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse (data obrashchenie 04.09.2023).
10. Katalog nezakonnykh svalok Chelyabinskoi oblasti: Troitsk // Sistematizatsiya informatsii o nezakonnykh svalkakh, Chelyabinsk: ANO «Tsentr Ekopatologiya», – 2021. – 11 s., URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-troitsk/ (data obrashchenie 04.09.2023).

11. Katalog svalok Chelyabinskoi gorodskoi aglomeratsii s izmeneniyami ot 16.11.2021 // Sistematizatsiya informatsii o nezakonnykh svalkakh, Chelyabinsk: ANO «Tsentr Ekopatologiya», 2021. 22 s., URL: https://ecopathology.ru/2021/12/05/katalog-nezakonnyh-svalok-chelyabinskoj-gorodskoj-aglomeratsii/ (data obrashchenie 04.09.2023).
12. Kashcheev R.L., Kazakov N.P., Lopatin N.V. Sistema kontrolya dvizheniya transportnykh sredstv pri perevozke tverdykh kommunal'nykh otkhodov // Voennyi inzhener. 2021. №3 (21). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kontrolya-dvizheniya-transportnyh-sredstv-pri-perevozke-tverdyh-kommunalnyh-othodov (data obrashcheniya: 08.09.2023).
13. Mukhlynina M.M. K voprosu o sozdanii instituta obshchestvennykh inspektorov i ikh roli v kontrol'no-nadzornoi deyatel'nosti v sfere okhrany okruzhayushchei sredy // Zakon i pravo. 2018. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sozdanii-instituta-obschestvennyh-inspektorov-i-ih-roli-v-kontrolno-nadzornoy-deyatelnosti-v-sfere-ohrany-okruzhayuscheysredy (data obrashcheniya: 08.09.2023).

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА СПУТНИКТІК СУРЕТТЕРДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ РҰҚСАТ ЕТІЛМЕГЕН ҚОҚЫС ҮЙІНДІЛЕРІН АНЫҚТАУ ТӘЖІРИБЕСІ

Т.А. Безуглый*

Автономная коммерциялық емес ұйым «Экопатология экологиялық мәселелерді зерттеу және шешу орталығы», Челябинск қ., Ресей Федерациясы
E-mail: timabez7@yandex.ru

«Экопатология экологиялық проблемаларды зерттеу және шешу орталығы» автономды коммерциялық емес ұйымы 2023 жылы Қостанай қаласының аумақтарында «Заңсыз полигондарды визуалды спутниктік іздеу» әдістемесі бойынша рұқсат етілмеген қатты коммуналдық, құрылыс және өзге де қалдықтар полигондарын анықтау бойынша зерттеу жүргізді.

Қазақстан Республикасында пайдалануға бейімделген әдістеме бойынша Қостанайда және жақын аумақтарда жалпы ауданы 19 мың м² астам 40 рұқсат етілмеген қоқыс үйінділері анықталды.

Жұмыста бейімделген «заңсыз полигондарды визуалды спутниктік іздеу» алгоритмі, жүргізілген зерттеу нәтижелерін талдау және ластанудың алдын алудың тиімді шаралары келтірілген.

Түйін сөздер: спутниктік экология, рұқсат етілмеген полигондар, қоршаған ортаны қорғау, спутниктік суреттерді талдау, Қостанай, заңсыз полигондардың алдын алу, топырақты қорғау, спутниктік мониторинг

EXPERIENCE IN DETECTING UNAUTHORIZED LANDFILLS BY ANALYZING SATELLITE IMAGES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

T.A. Bezuglyy*

Autonomous non-profit organization «Center for Research and Solutions of Environmental Problems Ecopathology», Chelyabinsk, Russian Federation
E-mail: timabez7@yandex.ru

The autonomous non-profit organization «Center for Research and Solutions of Environmental Problems Ecopathology» conducted research of the territories of the city of Kostanay to identify unauthorized landfills of solid municipal, construction and other waste using the «Visual satellite search for illegal landfills» method in 2023.

According to the methodology adapted for use in the Republic of Kazakhstan, 40 unauthorized landfills with a total area of more than 19 thousand m² were identified in Kostanay and nearby territories.

The paper presents an adapted algorithm for «Visual satellite search of illegal landfills», analysis of the results of the research and effective pollution prevention measures.

Keywords: satellite ecology, unauthorized landfills, environmental protection, analysis of satellite images, Kostanay, prevention of illegal landfills, soil protection, satellite monitoring

УДК 551.466.31 МРНТИ 37.25.21

OVERVIEW OF REMOTE SENSING DATA ON WAVE PROCESSES IN THE KAZAKH PART OF THE CASPIAN SEA

A. Yeltay, L. Bazarbay*, G. Shishkina

Research Center of RSE «Kazhydromet», Astana, Kazakhstan
E-mail: bazarbai_l@meteo.kz

The Caspian Sea is an inland body of water subject to various hydrometeorological phenomena and, in particular, wind waves. The development of observation methods and data processing currently makes it possible to study wind waves in the open water area of the sea. This paper presents a review of remote sensing data, in which the characteristics of wind waves are presented. According to RS data, the maximum wave height is observed in the Middle Caspian Sea. The highest values of the maximum wave height were observed in different periods of the year, however, in the cold period their number prevailed.

Keywords: Caspian Sea, wind wave, ECWAM, wave height, wave direction

Поступила: 06.10.23
DOI: 10.54668/2789-6323-2023-110-3-52-59

INTRODUCTION

The Caspian Sea is the world's largest water body with which the economic, transportation, infrastructure and tourism plans of the Caspian littoral countries (Russia, Kazakhstan, Turkmenistan, Iran, Azerbaijan) are connected (The Sea Project, 1992).

Works carried out in the open water area of the sea, on its shelf and coastal part are exposed to the influence of various hydrometeorological phenomena, including short-period sea level changes, storm winds, high waves etc.

Wind waves is one of the main hydrometeorological factors determining the safety and economic efficiency of navigation. In turn, the wave processes considered in this paper have a negative impact on navigation, cause coastal reshaping, in this regard, the analysis of wave data, forecasting its characteristics are important tasks to ensure safety at sea.

In the Kazakhstan part of the Caspian Sea under consideration, observations of wave processes are carried out visually; therefore, in most cases, wave characteristics in the open part of the sea and in some of its areas are determined through the analysis of remote sensing data, as well as modeling of processes.

The purpose of this work is to study wave characteristics in the Kazakhstan sector of the Caspian Sea using remote sensing data.

According to the research of Lebedev S.A., Kostyanoy A.G., Ginzburg A.I., modern methods of numerical modeling, their development, and an increase in the amount of remote sensing data make it possible to accurately analyze dynamic processes occurring in the Caspian Sea (Lavrova and et.all, 2011), including wave processes.

Identification of the main features of the wave climate of the Caspian Sea according to the NCEP/NCAR reanalysis, its retrospective analysis was performed by Lopatukhin L.I., Yaytskaya N.A. (Yaitskaya, 2017; Lopatukhin and Yaitskaya, 2019a; Lopatukhin and Yaitskaya, 2019b), Myslenkov S.A. (Myslenkov and et.all, 2018).

Bruneau N., Tommi R (Bruneau and Tommi, 2016) the wave calculations were carried out using a conjugate system using WRF, ROMS, SWAN. According to them, multimode wave states are observed in the Caspian Sea. Rusu E., Onea F. (Rusu and Onea, 2013) wave characteristics were modeled using the ERA-Interim wind reanalysis for 2005-2010, the result of which showed that the maximum wave heights are formed in the Middle part of the sea.

A number of authors have written about the applicability of satellite altimeter data (Cazenave and et.all, 1997), including the results of Kazakhstan authors Rakisheva Z.B., Kudryavtseva N., Kusembayeva

K.K., Sakhaeva A.K. (Rakisheva and et all., 2019; Kudryavtseva and et all, 2019). Increasing the accuracy of altimetric measurements and the development of new methods of their processing lead to the possibility of using remote sensing data not only in the oceans, but also in inland waters (Lebedev, 2014; Lebedev, 2011; Lebedev, 2013; Lebedev and Kostianoy, 2006a, Lebedev and Kostianoy, 2006b).

According to the zoning map of the average wave height for the period 1993-2012 over the entire waters of the Caspian Sea, developed by Lebedev S.A. (Lebedev, 2014) according to altimeter satellites, it was found that the western coast of the Middle Caspian and the southeastern part of the Southern Caspian are affected by the greatest heights during wind waves. It is also noted that in the Middle Caspian Sea, wind waves with a height of more than 2 m are observed in January and October (Lebedev, 2013; Lebedev and Kostianoy, 2006b; Lebedev and Kostianoy, 2008).

MATERIALS AND METHODS

RSE «Kazhydromet» conducts visual observations of wave characteristics at 7 sea stations and posts: Kulaly Island, Fort-Shevchenko, Saura, Aktau, Fetisovo, Kuryk, Peschanyi (Isan). The maximum observed wave heights were up to 4.5 m (two cases: Aktau 1985, Peschanyi 2009). According to coastal observations, waves with heights of more than 2 m are recorded at all locations (Eltay et al., 2019), and it is rather difficult to distinguish the years with more active wave processes, as significant waves were recorded in each year under study.

The location coordinates, period of wave observation, and total number of observations analyzed are given in table 1.

Table 1

The number of cases of wind waves of different heights

Station	Coordinates		Period of observations	Total number of analyzed data	Number of cases with wave height in the interval, m			
	Lat.	Long.			0,75-1,25	1,25-2	2-3,5	3,5-6
Kulaly Island	45.01	50.02	2001–2022	26771	3881	594	9	
Fort-Shevchenko	44.33	50.15	1993–2022	33475	1027	214	1	
Saura	44.19	50.48	2010–2022	19174	3141	1485	7	
Aktau	43.6	51.22	1980–2022	23493	1177	444	74	1
Peschanyi (Isan)	43.11	51.16	2009–2022	19292	2946	1128	41	1
Kuryk	44.56	50.59	2009–2022	17413	453	23		
Fetisovo	42.49	52.35	2006–2022	22126	209	12		

Analysis of data on coastal stations and posts showed that the highest wave heights were observed in the Middle Caspian Sea at Aktau and Peschanyi (Table 1). Also at Kulaly Island, located far from the coast, significant waves with a height of more than 0.75 m are more often recorded, which confirms that the wind is the determining factor of the waves in the open water area of the reservoir. The wind wave regime is determined mainly by the distribution of speed and direction of prevailing winds. In the Kazakhstan sector of the sea for the period 1980-2022, strong waves equal to or higher than 2 m were observed 132 times. The prevailing excitement is of the western direction, the frequency of which for the period under study amounted to 30%. Of the other wave directions, the northwestern and southeastern directions should be noted, the frequency of occurrence of which amounted to 26 % and 25 %, respectively.

However, the data of instrumental observations provide an opportunity to analyze only small areas, therefore a review of remote sensing data in the open sea area was made.

Various data now exist, including satellite altimeter data, reanalyses, etc.

Altimeter data.

Since the beginning of 1990, the number of observations from Earth satellites has increased, especially the development of satellite altimetry measurements began (Lebedev, 2015; Mizyayuk, Korotayev, 2019).

Satellite altimetry is the measurement of satellite altitude relative to the Earth's surface by the transit time of the signal sent and received after reflection from the surface by the satellite (Soomere, Keevallik, 2011). The main feature of altimeter measurements is that cloud cover does not affect the measurements, and the data are homogeneous both in spatial distribution and regular in time (Open Altimeter Database, 2021; The Radar Altimeter Database System, 2021; AVISO, 2021; Jet Propulsion Laboratory, 2021).

The altimeter emits a radar wave and analyzes the response signal, which is reflected from the surface. The surface altitude is the difference between the position of the satellite in orbit relative to an arbitrary reference surface (the center of the Earth or a rough approximation of the Earth's surface: a reference ellipsoid) and the distance from the satellite to the surface (calculated by measuring the time for the signal to make the round trip). In addition to surface height, wave height and wind speed over large bodies of water, backscatter coefficient and surface roughness can also be measured.

Altimetric measurements are carried out along sub-satellite traces (tracks) that uniformly cover the study area. Iso-route programs assume repeatability of tracks within ±1 km after a certain time cycle.

There are various archives and databases of altimeters (altimeters) (Table 2), in this paper we used wave height data from RADS data developed by DEOS within the Netherlands Observatory NETWOW NEONET (The Radar Altimeter Database System, 2021). A distinctive feature of RADS is the availability of data directly over the Caspian Sea water area.

Table 2

Satellite altimeter databases

Title	Data/products	Format
OpenADB (Open Altimeter Database, 2021)	Sea surface height, sea level anomalies, instantaneous dynamic ocean topography, empirical ocean tide model, vertical total electron content, adaptive leading edge subwave retracker.	netcdf
RADS (The Radar Altimeter Database System, 2021)	Sea level anomaly, significant wave height, reflection coefficient, wind speed	ASCII
Aviso+ (AVISO, 2021)	Sea level anomalies, significant sea level elevation, wind and wave data, etc.	netcdf
Podaac (Jet Propulsion Laboratory, 2021)	Data on ocean characteristics, glaciers, ocean swell, etc.	netcdf
STAR (STAR, 2021)	Significant wave height	png, jpeg

RADS presents wave height values from satellites with altimeters or altimeters: ERS-2, ENVISAT, TOPEX, Jason-1, Jason-2, Cryosat-2, Saral, Sentinal-3 for different periods of their observations (Figure 1).

Data from ECWAM models.

The ECWAM ocean wave model, using the ERA5 reanalysis-based ECWAM, generates wave characterization data. The ocean wave model (ECWAM) describes the development and evolution of wind-generated surface waves, as well as their height, direction and period (Scharroo and et al., 2012).

The model is coupled to the atmospheric forecast in all configurations (HRES, ENS, Extended Range, Seasonal) produced by ECSPP and the NEMO ocean dynamical model.

The significant wave height of the reanalysis data represents the distance between the trough and the crest.

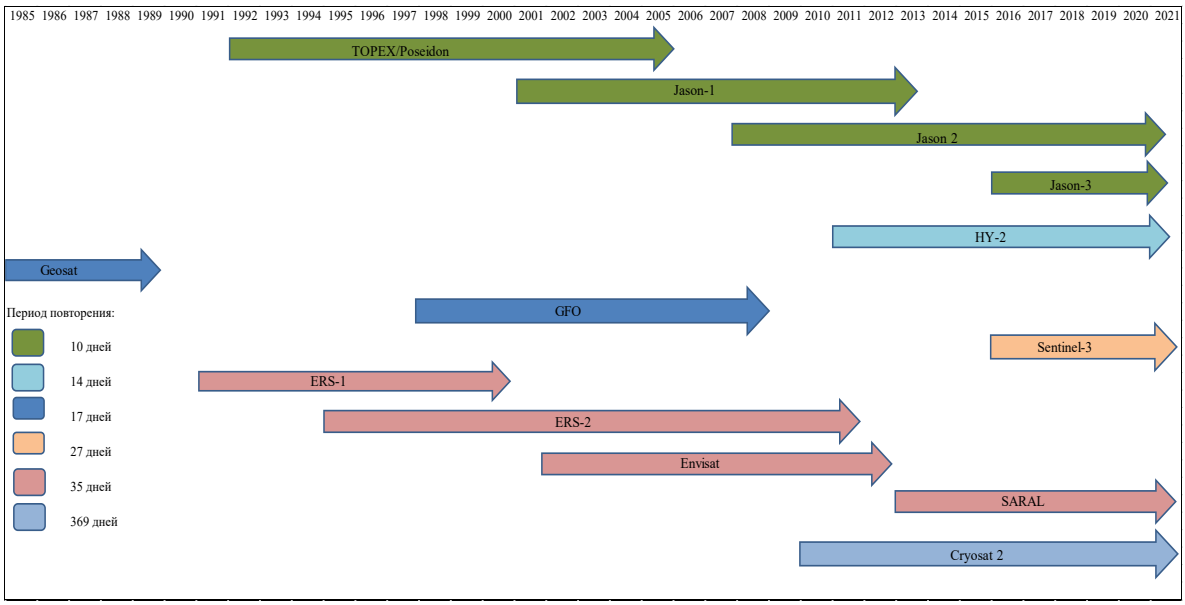

Fig.1. Altimeter satellite missions

However, there are many waves at the ocean surface and their distribution is determined by the two-dimensional wave spectrum. Based on this distribution, the significant wave height is defined as the square root of the integral over the frequency and direction of the wave spectrum multiplied by 4. It can be shown to correspond to the mean height of one-third of the highest waves, usually known as H1/3. The mean wave direction is the spectrally averaged direction of wave propagation (amplitude weighted) (Ocean Wave Model, 2021).

The values of wind wave characteristics were obtained from the Climate Data Store for the period 1959...2022 using hourly data in netCDF format for individual months based on the ERA5 reanalysis with a spatial resolution of 10*10.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the graph of change in the average value of significant wave height for the Caspian Sea water area for the period 2002...2022. The average wave height for 2002...2022 was 1.31 m. The highest values of the mean annual wave height were observed in the period 2011...2015, with the maximum mean value of 1.75 m in 2011.

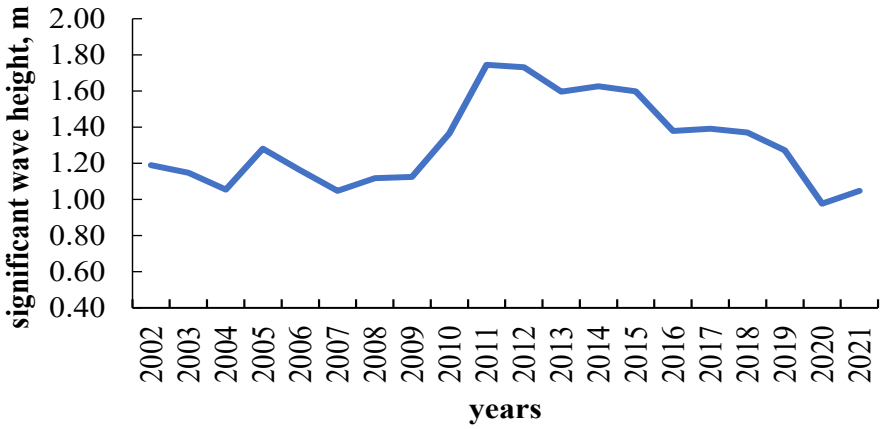

Fig.2. *Plot of the course of significant wave height from altimeter data*

The intra-annual distribution of significant wave height from 2002 to 2022 shows that the highest values are observed in the cold period of the year (October-March). The maximum in January with a gradual decrease in May-July and further increase by December. Thus, the highest average value was observed in February 2012, equal to 2.43 meters.

By seasons of the year, the average values of significant wave height were in winter - 1.56 m, in spring - 1.21 m, in summer - 1.14 m, and in fall - 1.36 m. The maximum values of wave height were: in winter 2.19 m, in spring 1.86 m, in summer 1.59 m, in fall 1.84 m.

Based on ECWAM model data, maps of changes in mean wave height during wind-driven waves were constructed for 1959...2021 (Figure 3). The average values ranged from 0.1...1.0 m, the maximum from 0.3 m to 3.6 m, and the minimum 0.03...0.25 m. The highest mean and maximum wave height values are distributed in the open water area of the Middle Caspian Sea, covering the entire Kazakhstan part of the eastern Caspian Sea. The maximum wave height values are observed in March (up to 2.88 m), December (up to 2.59 m) and October (up to 2.07 m). The lowest value of the maximum wave height is noted in July, equal to 1.19 m.

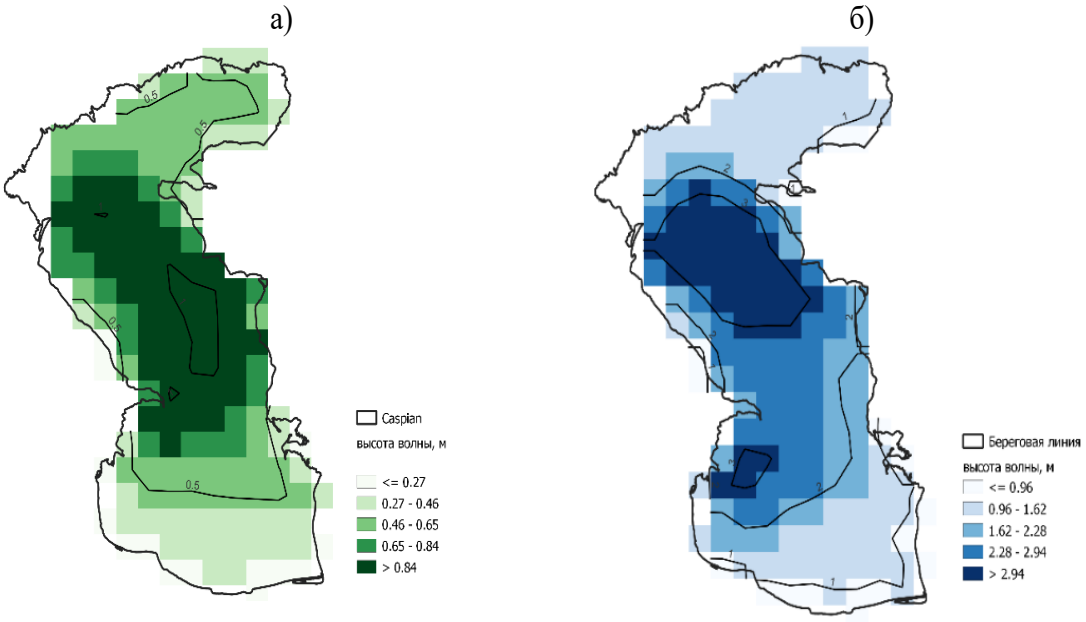

Fig.3. *Maps of distribution of significant wave height in the Caspian Sea water area for 1959...2021 a) average, b) maximum*

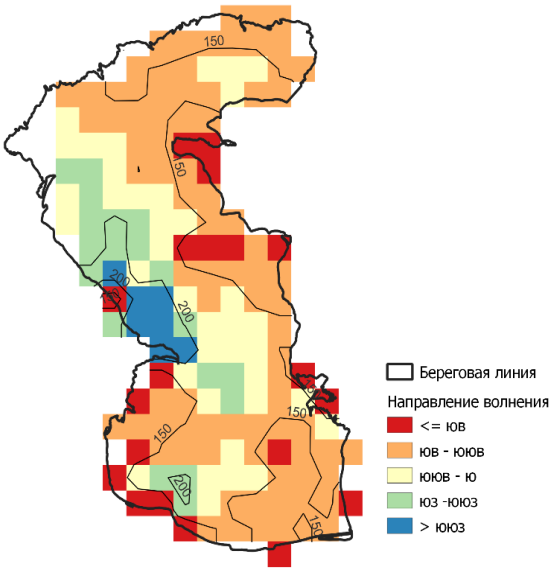

Fig.4. *Distribution maps of the prevailing direction of significant wave height in the Caspian Sea water area for 1959...2021*

The ECWAM modeled data on wind waves in the Caspian Sea show that the predominant directions are south, southeast and southwest (Figure 4). For the Kazakhstan sector of the sea, the prevailing wind wave directions are also south and southeast.

Intra-annual section shows that the average direction of wind waves in the Kazakhstan part in January, April, November is southeast, in February, September - southeast and southwest, in March - southeast, east, May - northeast, east, southeast, in June - northeast, east, July - northeast, south, in August - northeast, northwest, southeast, in October - southwest, west, in December - south.

The mean wind wave period for 1959-2022 ranged from 2.6 s to 4.0 s (Figure 5), with maximum values ranging from 3...7 s and minimum values ranging from 2...3 s. According to the calculated data of the ECWAM model, the highest values of the mean wind wave period were in March, August and December.

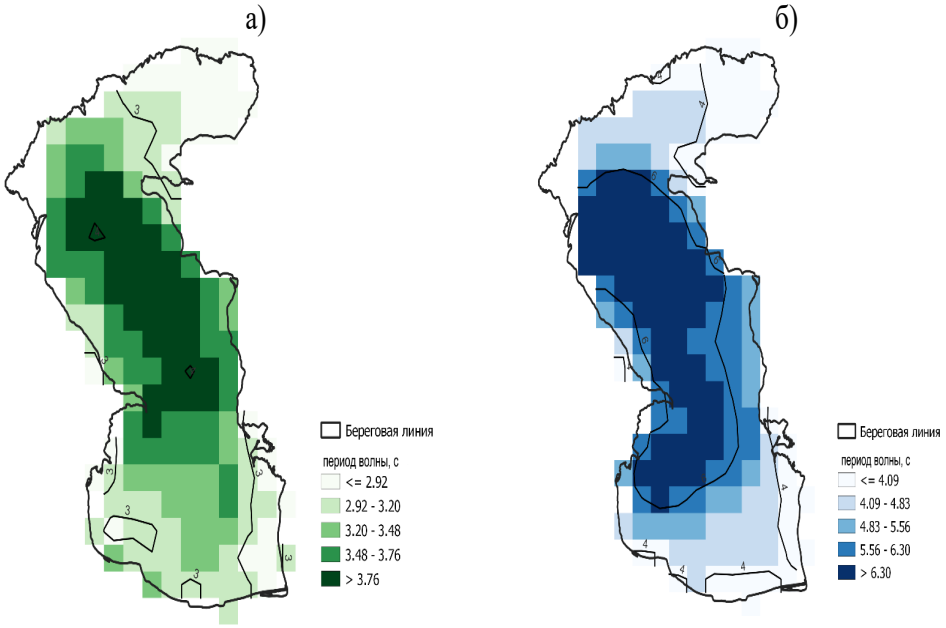

Fig.5. *Maps of wave period distribution in the Caspian Sea water area for 1959...2021 a) average, b) maximum*

CONCLUSION

The coast of the Caspian Sea belongs to the region that is subject to environmental crisis, primarily related to the fall or rise in sea level. The dynamism of the atmosphere predetermines the possibility of storm events at sea. Strong waves and winds can lead to loss of control of vessels, which may result in accidents when vessels collide with the platform or sink. I n this regard, the study of wind wave characteristics in the open water area of the sea plays an important role in conducting safe operations at sea. At present, the development of technology and data processing methods allow obtaining data on wind waves in the open water area of the Caspian Sea, primarily based on remote sensing data considered in this paper.

According to the analyzed data (coastal observations, altimeter satellite data, modeled ECWAM data), it can be seen that the maximum wave height is observed in the Middle Caspian Sea. The highest values of maximum wave height were observed in different periods of the year, but their number prevailed in the cold period, which is due to the fact that the highest average wind speeds are also observed during the period under consideration.

REFERENCES

1. AVISO+. [Electronic resource]. URL: https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html (date of reference: 15.05.2020).
2. Bruneau N., Toumi R. A fully-coupled atmosphere-ocen-wave model of the Caspian

Sea // Ocean Modeling, 2016. – P. 97-111.
3. Cazenave A., Bonnefond P., Dominh K., Schaeffer P. Caspian sea level from Topex-Poseidon altimetry: Level now falling // Gephysical research letters, Vol. 24, No.8. - P. 881-884.
4. Eltay A., Ivkina, N., Klyove, B. Vliyanievetra na vysotu voln v kazahstanskoj chasti Kaspijskogo morya // Centralnoaziatskij zhurnal issledovanij vodnyh resursov. - 5(1). S. 82–94. https://doi.org/10.29258/CAJWR/2019-R1.v5-1/82-94.rus
5. Jet Propulsion Laboratory. [Electronic resource]. URL: https://podaac.jpl.nasa.gov/datasetlist?ids=Keywords&values=Oceans:Ocean%20Waves&view=list (date of reference:15.05.2020).
6. Kudryavtseva N., Kussembayeva K., Rakisheva Z., Soomere T. Spatial variations in the Caspian Sea wave climate in 2002–2013 fromsatellite altimetry // Estonian Journal Earth Sciences, 2019, 68, 4. - P. 225–240 https://doi.org/10.3176/earth.2019.16
7. Lavrova O.Yu., Kostyanoi A.G., Lebedev S.A., Mityagina M.I., Ginzburg A.I., Sheremet N.A. Integrated satellite monitoring of the seas of Russia. – Moscow, ICI RAS, 2011. – 480 p. (in Russian)
8. Lebedev S.A. Flood Wave Propagation Model of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data // Proceedings of the Symposium on 20 Years of Altimetry, Venice. Italy. 24–29 September 2012. – Noordwijk: ESA Publications Division, 2013. – SP–710. – 6 p.
9. Lebedev S.A. Satellite altimetry of the Caspian Sea. Dissertation for the degree of Doctor of Physical and Mathematical Sciences. Moscow. 2014. – 350 p. (in Russian)
10. Lebedev S.A. Sputnikovaya altimetriya // Shestaya mezhdunarodnaya Shkola-seminar «Sputnikovye metody i sistemy issledovaniya Zemli», Tarusa, 2-6 maya, 2015 g.
11. Lebedev S.A. Satellite altimetry of the Caspian Sea // Visiting seminar-school «Satellite methods and systems of Earth exploration», Tarusa, February 15-20, 2011. (in Russian)
12. Lebedev S.A., Kostianoy A.G. Integrated using of satellite altimetry in investigation of meteorologigic, hydrologic and hydrodynamic regime of the Caspian Sea // Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences – 2008. – V. 19. – № 1–2. – P. 71–82. doi: 10.3319/TAO.2008.19.1-2.116(SA).
13. Lebedev S., Kostianoy A. Satellite altimetry of the Caspian Sea // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2006a. – Вып. 3. Т. 2. – С. 113–120.
14. Lebedev S.A., Kostianoy A.G. The Caspian Sea level, dynamics, wind, waves and uplift of the Earth's crust derived from satellite altimetry // Proceeding of the International Symposium on Remote Sensing and the Pan Ocean Remote Sensing Conference (ISRS 2006 PORSEC), BEXCO, Busan, Korea, 2–4 November. Seoul: Korean Society of Remote Sensing, 2006 b. – V. 2. – P. 973–976.
15. Lopatukhin L.I., Yaytskaya N.A. Data of reanalysis of wind fields over the Caspian Sea for calculating the wind wave regime // Water Resources, 2019, volume 46, No. 6. – pp. 598-604 (in Russian)
16. Lopatukhin L.I., Yaitskaya N.A. Wave climate of the Caspian Sea. Wind input data for hydrodynamic modeling and some calculation results // Oceanology, 2019, volume 59, No. 1. - pp.12-21 (in Russian)
17. Mizyayuk A.I., Korotaev G.K. Sputnikovye dannye dlya issledovaniya dinamiki poverhnostnogo sloya Chernogo morya: altimetriya na regulyarnoj setke i IK-izobrazheniya vysokogo razresheniya // Morskoj gidrofizicheskij zhurnal, tam 35 №3, 2019 g. - S. 233-247.
18. Myslenkov S.A., Arkhipkin V.S., Pavlova A.V., Dobrolyubov S.A. Wave climate of the Caspian Sea according to modeling data // Meteorology and Hydrology, 2018, No. 10. - pp. 60-70 (in Russian)
19. Ocean Wave Model – ECWAM. [Электронный ресурс]. URL: https://confluence.ecmwf.int/display/FUG/2.2+Ocean+Wave+Model+-+ECWAM (дата обращения: 15.07.2020).
20. Open Altimeter Database. [Electronic resource]. URL: https://openadb.dgfi.tum.de/en/ (date of reference: 15.05.2020).
21. Proekt «Morya». Gidrometeorologiya i gidrohimiya morej. Tom VI Kaspijskoe more, vypusk 1 Gidrometeorologicheskie usloviya. -SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. – 358 s.
22. Rakisheva Z.B., Kudryavtseva N., Kuzembaev K.K., Sakaeva A.K. Studying the change of average wages of the Caspian See using the altimetry data // Bulletin of KazNU. Series Mathematics, Mechanics, Computer

Science, N.1(101), 2019. - pp. 59-75. (in Russian)
23. Rusu E., Onea F. Eveluation of the wind and wave energy along the Caspian Sea. Energy, 20137. - P. 1-14.
24. Scharroo R., Leuliette E.W, Lillibridge J.L., Byrne D., Naeije M. C., Mitchum G.T. RADS: Consistent multi-mission products // Proc. of the Symposium on 20 Years of Progress in Radar Altimetry, Venice, 20-28 September 2012, Eur. Space Agency Spec. Publ., ESA SP-710, 2013. – P. 4.
25. Soomere T., Keevallik S. Anisotropy of moderate and strong winds in the Baltic proper // Oceanologia, 53 (1-TI), 2011. - P. 335–371.
26. STAR Center for satellite applications and research. [Electronic resource]. URL: https://manati.star.nesdis.noaa.gov/datasets/ASCATData.php (date of reference: 15.05.2020).
27. The Radar Altimeter Database System. [Electronic resource]. URL: http://rads.tudelft.nl/rads/rads.shtml (дата обращения: 15.05.2020).
28. Yaitskaya N.A. Retrospective analysis of wind waves in the Caspian Sea in the second half of the XX–early XXI centuries. and the connection with regional manifestations of climate change // Geographical bulletin = Geographical bulletin. 2017. No.2(41). - pp.57-70. doi 10.17072/2079-7877-2017-2-57-70 (in Russian)

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНДЕГІ ТОЛҚЫНДЫҚ ПРОЦЕСТЕР ТУРАЛЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДЫЛАУ ДЕРЕКТЕРІНЕ ШОЛУ

А.Ғ. Елтай, Л.Б. Базарбай*, Г.М. Шишкина

«Қазгидромет» РМК Ғылыми-зерттеу орталығы, Астана, Қазақстан
E-mail: bazarbai_l@meteo.kz

Каспий теңізі – әртүрлі гидрометеорологиялық құбылыстарға, атап айтқанда жел толқындарына ұшырайтын ішкі су айдыны. Қазіргі уақытта бақылау әдістері мен мәліметтерді өңдеудің дамуы жел толқындарын ашық теңізде зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыс жел толқындарының сипаттамаларын көрсететін қашықтықтан зондылау деректеріне шолуды ұсынады. Қашықтықтан зондтау деректері бойынша толқынның максималды биіктігі Орталық Каспий теңізінде байқалады. Толқынның максималды биіктігінің ең жоғары мәндері жылдың әртүрлі кезеңдерінде байқалды, бірақ суық кезеңде олардың саны басым болды.

Түйін сөздер: Каспий теңізі, жел толқындары, ECWAM, толқын биіктігі, толқын бағыты

ОБЗОР ДАННЫХ ДЗЗ О ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССАХ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.Ғ. Елтай, Л.Б. Базарбай*, Г.М. Шишкина

Научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет», Астана, Казахстан
E-mail: bazarbai_l@meteo.kz

Каспийское море является внутренним водоемом, подверженным различным гидрометеорологическим явлениям и, в частности, ветровому волнению. Развитие методов наблюдений и обработки данных в настоящее время дают возможность исследования ветрового волнения на открытой акватории моря. В данной работе представлен обзор данных ДЗЗ, в которых представлены характеристики ветрового волнения. Согласно данным ДЗЗ максимальная высота волны наблюдается в Среднем Каспии. Наибольшие значения максимальной высоты волны наблюдались в различные периоды года, однако в холодный период их количество преобладало.

Ключевые слова: Каспийское море, ветровое волнение, ECWAM, высота волны, направление волнения

Прошито, пронумеровано

количество листов _____

_____ / Кабдолданов Н.К. /

Подпись Заместитель Председателя

Правления, член Правления