



ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

Published by:



Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

based on a decision of
the German Bundestag

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

Как предприятие, находящееся в федеральной собственности, GIZ поддерживает правительство Германии в достижении его целей в области международного сотрудничества для устойчивого развития.

Опубликовано:
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Зарегистрированные офисы:
Бонн и Эшборн, Германия

Адрес:
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Köthener Str. 2
10963, Berlin, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de/en

Описание проекта:
Рекомендации по выработке политики для экономического развития, устойчивого к изменению климата

Руководитель проекта:
Др. Себастьян Хомм
sebastian.homm@giz.de

Авторы:
Др. Аннет Гросманн, Франк Хохманн | Оsnабрюк,

Редактор:
Дана Ермоленок, GIZ, Караганда

Перевод:
Дмитрий Калмыков, Караганда

Дизайн и верстка:
Альвира Ертаева, Астана

Источники фото:
©pexels

Данный отчет был разработан международными экспертами Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) (Институт исследования экономических структур) в рамках глобальной программы ICI "Рекомендации по выработке политик для экономического развития, устойчивого к изменению климата" (CRED), реализуемой Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Германское общество по международному сотрудничеству) по поручению Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты прав потребителей Германии (BMUV).

Содержание данного отчета является исключительной ответственностью авторов и никоим образом не может отражать официальное мнение глобальной программы GIZ.

От имени
Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты прав потребителей Германии (BMU)

Германия, 2025 год



ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия
изменения климата и адаптации к нему в
Казахстане с помощью модели

Июнь 2025 года

КОМАНДА

Др. Аннетт Гроссманн, Фрэнк Хохманн (GWS)

T: +49 (541) 40933-180, E: grossmann@gws-os.com
T: +49 (541) 40933-130, E: hohmann@gws-os.com

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS)
GmbH / Институт исследования экономических структур

Heinrichstr. 30
49080 Osnabrück (Germany)

GWS SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

СОДЕРЖАНИЕ

Список рисунков	VI
Список таблиц	IX
Приложение	X
Список сокращений	XI
Глоссарий	XIII
1 ВВЕДЕНИЕ	1
2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КАЗАХСТАНЕ	3
2.1 Модель e3.kz с первого взгляда	3
2.2 Сценарный анализ: Сценарии изменения климата и адаптации	4
2.2.1 Обзор	4
2.2.2 Процедура внедрения изменения климата и адаптации в модель e3.kz	5
3 ЭТАЛОННЫЙ СЦЕНАРИЙ	10
3.1 Допущения	10
3.2 Результаты	10
4 ЭКОНОМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	16
4.1 Настройки сценария – обзор	16
4.2 Результаты для сценария SSP5-8.5	22
4.3 Сравнительное представление результатов для сценариев SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	26
5 ЭКОНОМИКА АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	29
5.1 Повышение энергоэффективности общественных и жилых зданий	29
5.1.1 Настройки сценария	30
5.1.2 Результаты моделирования в рамках SSP1-2.6	32
5.1.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	36
5.2 Усиление защиты от наводнений за счет создания контррегулирующих водохранилищ с применением в сельском хозяйстве	38
5.2.1 Настройки сценария	38
5.2.2 Результаты моделирования в рамках SSP2-4.5	40
5.2.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	43

5.3 Природоохранное земледелие	44
5.3.1 Настройки сценария	45
5.3.2 Результаты моделирования в рамках SSP5-8.5	46
5.3.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	50
5.4 Стимулы для устойчивого управления пастбищами	52
5.4.1 Настройки сценария	53
5.4.2 Результаты моделирования в рамках SSP5-8.5	54
5.4.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	57
6 ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	59
Ссылки	61
Приложение	65

Список рисунков

Рисунок 1: Обзор модели E3.kz	3
Рисунок 2: Сравнение сценариев	5
Рисунок 3: Четырехэтапный подход к реализации изменения климата и адаптации в экономической модели	6
Рисунок 4: Примерный прогноз эталонных воздействий на будущее с применением вероятности возникновения климатических опасностей по интенсивности опасности (L-Low)	7
Рисунок 5: Преобразование нерегулярно возникающих опасных климатических явлений в плавную кривую	8
Рисунок 6: Реализация воздействия изменения климата и мер по адаптации в e3.kz	9
Рисунок 7: Сценарий REF: Реальное валовое производство по секторам экономики в млрд. КЗТ (2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050)	12
Рисунок 8: Сценарий REF: Занятые по видам экономической деятельности на 1 000 человек (2001-2050)	13
Рисунок 9: Сценарий РЭФ: Занятые по видам экономической деятельности и полу на 1000 человек (2001-2050 гг.), мужчины (левый рисунок), женщины (правый рисунок)	13
Рисунок 10: Сценарий REF: Общее конечное потребление энергии по секторам (верхний рисунок) и по энергоносителям (нижний рисунок), 1990-2050 гг.	14
Рисунок 11: Сценарий REF: Выбросы CO ₂ по секторам, 1990-2050 гг.	15
Рисунок 12: Вероятность возникновения по интенсивности (низкая, средняя, высокая) для засух, тепловых волн и наводнений по сценарию SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5	17
Рисунок 13: Сценарий SSP5-8.5: макроэкономические последствия, 2022-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах	22
Рисунок 14: Сценарий SSP5-8.5: реальное производство по секторам экономики в 2050 году, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах (ось x) и млрд. ТЕНГЕ (*)	23
Рисунок 15: Сценарий SSP5-8.5: занятость по видам экономической деятельности, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) на 1 000 человек	24
Рисунок 16: Сценарий SSP5-8.5: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) на 1 000 человек	24
Рисунок 17: Сценарий SSP5-8.5: спрос на энергию, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах	25
Рисунок 18: Сценарий SSP5-8.5: Выбросы CO ₂ , 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в млн т CO ₂ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)	26
Рисунок 19: Сценарии SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5: Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах	27
Рисунок 20: Сценарии SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5: Основные воздействия, год 2050, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах	28
Рисунок 21: Макроэкономические последствия сценария "SSP1-2.6_EE", 2025-2050, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в процентах	32
Рисунок 22: Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на реальный объем производства по секторам экономики, 2050 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в процентах (ось x) и соответствующие млрд. ТЕНГЕ (*)	33

Рисунок 23: Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на занятость по секторам экономики, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в 1,000 человек	34
Рисунок 24: Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в 1 000 человек	34
Рисунок 25: Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на TFEC, 2050 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в ктэ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)	35
Рисунок 26: Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на выбросы CO ₂ , 2030 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в кт CO ₍₂₎ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)	36
Рисунок 27: Сценарии "SSP1-2.6_EE", "SSP2-4.5_EE" и "SSP5-8.5_EE": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах	37
Рисунок 28: Макроэкономические последствия сценария "SSP2-4.5_CRR", 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах	40
Рисунок 29: Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах (ось x) и млрд. ТЕНГЕ (*)	41
Рисунок 30: Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на занятость по видам экономической деятельности, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в 1,000 человек	42
Рисунок 31: Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в 1 000 человек	42
Рисунок 32: Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на выбросы TFEC и CO ₂ , 2025 - 2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах	43
Рисунок 33: Сценарии "SSP1-2.6_CRR", "SSP2-4.5_CRR" и "SSP5-8.5_CRR": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах	44
Рисунок 34: Макроэкономические последствия сценария "SSP5-8.5_CA", 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах	47
Рисунок 35: Влияние сценария "SSP5-8.5_CA" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах (ось x) и млрд. ТЕНГЕ (*)	48
Рисунок 36: Влияние сценария "SSP5-8.5_CA" на занятость, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в 1,000 человек	48
Рисунок 37: Последствия сценария "SSP5-8.5_CA" для занятости: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в 1 000 человек	49
Рисунок 38: Влияние сценария "SSP5-8.5_CA" на TFEC по секторам, 2025 - 2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в ктэ (правый рисунок) и процентах (левый рисунок)	49
Рисунок 39: Влияние сценария "SSP5-8.5_CA" на выбросы CO ₂ , 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в кт CO ₍₂₎ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)	50
Рисунок 40: Сценарии "SSP1-2.6_CA", "SSP2-4.5_CA" и "SSP5-8.5_CA": Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики*, 2025-2050 годы, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах	51
Рисунок 41: Сценарии "SSP1-2.6_CA", "SSP2-4.5_CA" и "SSP5-8.5_CA": Основные воздействия, год 2050, отклонения от соответствующего сценария ПСП в процентах	52
Рисунок 42: Макроэкономические последствия сценария "SSP5-8.5_SPM", 2022-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах	54
Рисунок 43: Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в млрд. тенге (ось x) и процентах (*)	55
Рисунок 44: Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на занятость, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в 1,000 человек	55

Рисунок 45: Последствия сценария "SSP5-8.5_SPM" для занятости: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025–2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в 1 000 человек	56
Рисунок 46: Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на выбросы TFEC и CO ₂ , 2025 – 2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах	56
Рисунок 47: Сценарии "SSP1-2,6_SPM", "SSP2-4,5_SPM" и "SSP5-8,5_SPM": Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики*, 2025-2050 годы, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах	57
Рисунок 48: Сценарии "SSP1-2.6_SPM", "SSP2-4.5_SPM" и "SSP5-8.5_SPM": Основные воздействия, год 2050, отклонения от соответствующего сценария ПСП в процентах	58
Рисунок 49: Основные воздействия всех адаптационных сценариев в рамках SSP5-8.5, в 2050 году	59

Список таблиц

Таблица 1: Сценарий РЭФ: Реальный ВВП и его компоненты (расходный подход), среднегодовые темпы роста за 10 лет в% (2000-2050 гг.)	11
Таблица 2: Количественные контрольные показатели воздействия основных опасных климатических явлений в Казахстане	20
Таблица 3: Потери ВВП на душу населения в% в 2050 году	28
Таблица 4: Сводка результатов СВА для повышения энергоэффективности (ЭЭ) в строительном секторе на основе климатического сценария SSP1-2.6	30
Таблица 5: Корректировка выгод при различных климатических сценариях	31
Таблица 6: Сводка результатов СВА для "Контррегулирующих водохранилищ с применением в сельском хозяйстве (CRR)" на основе климатического сценария SSP2-4.5	39
Таблица 7: Корректировка выгод при различных климатических сценариях	39
Таблица 8: Допущения для "сберегающего сельского хозяйства (СХ)" на основе климатического сценария SSP5-8.5	45
Таблица 9: Корректировка выгод при различных климатических сценариях	46
Таблица 10: Предположения для "Устойчивого управления пастбищами (УУП)" на основе климатического сценария SSP5-8.5	53
Таблица 11: Корректировка выгод при различных климатических сценариях	53

Приложение

Приложение 1: Сбор данных в Казахстане по ущербу от последствий изменения климата (выдержка) -
интерактивный просмотр карты

65

Приложение 2: Сбор данных в Казахстане по ущербу от последствий изменения климата (выдержка) -
табличный вид

66

Список аббревиатур, сокращений, единиц измерения

АББРЕВИАТУРЫ

ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ВВП	Валовой внутренний продукт
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
ПГ	Парниковый газ
ИКТ	Информационные и коммуникационные технологии
МЭА	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
СДУНМНЭ	Министерство национальной экономики Республики Казахстан
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ЦУР	Цели устойчивого развития
ОСЭВ	Общие социально-экономические варианты (ОСЭВ), <i>Shared Socioeconomic Pathway (SSP)</i> , <i>engl.</i>
ООН	Организация Объединенных Наций
ПРООН	Программа развития Организации Объединенных Наций
РКИК ООН	Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
РТК	Репрезентативные траектории концентраций (РТК), <i>Representative Concentration Pathways (RCP)</i> , <i>engl.</i>
ПРЗ	Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, <i>Conservational Agriculture</i> , <i>engl.</i> (CA), <i>engl.</i>
СА	Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, <i>ПРЗ</i> , <i>Conservational Agriculture</i> , <i>CA</i> , <i>engl.</i>
ГWS	Институт исследования экономических структур (Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturfor-schung, germ.)
ERI	Институт экономических исследований, <i>Economic Research Institute</i> , * <i>engl.</i>
JERP	Совместная программа экономических исследований в Казахстане, <i>Joint Economic Research Programme</i> , <i>engl.</i>
VBA	Visual Basic Application, <i>engl.</i> , язык программирования Visual Basic для приложений,
LEDS	Стратегия достижения углеродной нейтральности (СДУН), <i>Low emissions Development Strategy</i> , <i>LEDS</i> , <i>engl.</i>
NPV	Чистая приведенная стоимость, <i>Net Present Value</i> , <i>NPV</i> , <i>engl.</i>
REF	Базовый сценарий, <i>Reference scenario</i> , <i>REF</i> , <i>engl.</i>
RCP	Репрезентативные траектории концентраций (РТК) Репрезентативный сборный сценарий, <i>Representative Concentration Pathways</i> , <i>engl.</i>
TIMES	Интегрированная система MARKAL-EFOM, <i>engl.</i>

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

SSP	Общие социально-экономические варианты (ОСЭВ), <i>Shared Socioeconomic Pathway, engl.</i>
TFEC	Общее конечное потребление энергии, Total Final Energy Consumption, engl.
SPM	Устойчивое управление пастбищами, Sustainable Pasture Management, engl.
REF	Эталонный сценарий, Reference Scenario, engl.
GIZ	Германское общество по международному развитию, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, germ.
CBA	Анализ затрат и выгод, Cost Benefit Analysis, engl.
CRED	Проект GIZ Климатоустойчивое экономическое развитие, <i>Climate Resilience Economical Development, engl.</i>
CRF	Общий формат отчетности, <i>engl.</i>
CRR	Контррегуляторные резервуары, <i>engl.</i>
DIW	Немецкий институт экономических исследований, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, germ.)
DIOM-X	Динамическая модель ввода-вывода в Microsoft Excel
KZT	Казахстанский тенге
INFORGE	Межотраслевые модели прогнозирования промышленности Германии, INterindustry FORecasting GErmany, <i>engl.</i>

СОКРАЩЕНИЯ

млн	Миллион
млрд	Миллиард
трлн	Триллион
тг	Тенге

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

млн т н.э.	миллион тонн нефтяного эквивалента
кт н.э.	килотонна нефтяного эквивалента (одна тысяча тонн)

ГЛОССАРИЙ

Адаптация к изменению климата	Адаптация к изменению климата может быть определена как "набор организационных, локальных и технических изменений, которые общество должно будет осуществить, чтобы ограничить негативные последствия изменения климата и максимизировать благоприятные" (Hallegatte et al., 2011).
	Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) определяет адаптацию как "корректировку природных или человеческих систем в ответ на фактические или ожидаемые климатические стимулы или их последствия, которая смягчает ущерб или использует благоприятные возможности". (РКИК ООН, 2013)
Изменение климата	Изменение климата означает "изменение климата, прямо или косвенно связанное с деятельностью человека, которое изменяет состав глобальной атмосферы и которое дополняет естественную изменчивость климата, наблюдалась в течение сопоставимых периодов времени". (РКИК ООН, 1992).
Климатическая опасность	Физический процесс или событие (гидрометеорологические или океанографические переменные или явления), которые могут нанести ущерб здоровью людей, средствам существования или природным ресурсам. Опасность – это не просто потенциал неблагоприятных последствий. (https://climatescreeningtools.worldbank.org/content/key-terms-0).
Анализ затрат и выгод	Систематический подход к оценке затрат и выгод проекта. Он сравнивает дисконтированную стоимость затрат и выгод за весь срок реализации проекта – чистую приведенную стоимость (NPV). Проект рекомендуется, если выгоды перевешивают затраты ($NPV > 0$).
Экстремальные погодные явления	"Возникновение значения погодной или климатической переменной выше (или ниже) порогового значения близи верхнего (или нижнего) конца диапазона наблюдаемых значений переменной" (IPCC, 2012, р. 117) применительно к заданному базисному периоду и конкретному региону.
Макроэкономическая модель	Макроэкономическая модель в упрощенном виде показывает экономику и ее взаимосвязи. Она состоит из переменных, которые описывают экономических субъектов (например, домохозяйства) и сектора (например, сельское хозяйство), а также их поведение (например, потребление). Уравнения модели показывают взаимосвязь между переменными. Результатами модели могут быть прогнозы переменных модели или воздействие на переменные модели посредством шоков при проведении сценарного анализа.
Сценарий	Сценарии – это последовательные наборы количественных предположений, описывающих будущее развитие. Сценарии не следует рассматривать как точные прогнозы. Вместо этого они показывают возможные пути развития, которые являются реакцией на сделанные предположения.

1 ВВЕДЕНИЕ

Казахстан сталкивается с последствиями изменения климата, такими как повышение температуры и более частые и сильные экстремальные погодные явления, т.е. засухи и наводнения. Еще одной проблемой является его обязательство достичь углеродной нейтральности к 2060 году, что предполагает преобразование экономики, основанной на использовании ресурсов, с целью снижения вклада Казахстана в глобальное потепление. В ходе COP29 г-н Токаев подтвердил эту цель и вновь указал на уязвимость Казахстана к изменению климата (Caspian News, 2024).

Адаптация к изменению климата и смягчение его последствий должны быть интегрированы в долгосрочное экономическое планирование, поскольку изменение климата влечет за собой значительные экономические издержки и затрагивает такие ключевые отрасли, как сельское хозяйство, энергетика и транспорт. Директивным органам необходимы надежные инструменты для оценки потенциальных экономических рисков и выгод, а также для анализа различных стратегий адаптации, чтобы начать переход к климатоустойчивой экономике. Понимание воздействия изменения климата на всю экономику и отраслевых мер адаптации имеет решающее значение для Казахстана при разработке климатоустойчивых экономических стратегий. Экологически расширенные модели Е3 в сочетании с анализом сценариев являются эффективными инструментами для поддержки политиков в решении таких вопросов.

Макроэкономическая модель e3.kz была разработана рамках сотрудничества Министерства национальной экономики (МНЭ) Республики Казахстан, Института экономических исследований (ИЭИ), GWS и GIZ для сопровождения разработки политики адаптации к изменению климата на основе фактических данных.

С 11/2023 по 03/2024 существующая модель Е3 для Казахстана была расширена, обновлена и применена к обновленным сценариям изменения климата (SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5), а также к мерам по адаптации на основе более детального анализа затрат и выгод. Этот процесс осуществлялся при поддержке национальных и международных экспертов, таких ERI, AvantGarde Group, Berlin Economics и Earthyield Advisories.

Модель e3.kz в сочетании со сценарным анализом существенно помогает понять и количественно оценить экономические последствия изменения климата и возможные меры по адаптации к ним. Определив соответствующие показатели, можно оценить варианты адаптации с точки зрения их влияния на всю экономику и окружающую среду, чтобы выявить благоприятные решения. Классический СВА (анализ затрат и выгод) обычно ограничивается односекторным анализом.

Применяя макроэкономический анализ с помощью модели e3.kz, оценка включает в себя воздействие изменения климата на всю экономику и меры по адаптации в конкретных секторах. Анализ показывает не только прямые последствия, но и косвенные и индуцированные макроэкономические эффекты (ВВП, рабочие места, импорт, производство в конкретных секторах) для Казахстана на основе взаимосвязей в экономике. Кроме того, результаты помогают повысить осведомленность населения, показывая, что может произойти при определенном сценарии изменения климата. Результаты по мерам адаптации также помогают провести различие между более и менее эффективными вариантами и их различным воздействием на экономику, занятость и окружающую среду.

Данный отчет представляет собой обновленную версию предыдущего странового исследования по экономическим последствиям изменения климата в Казахстане (GIZ, 2022).

Данный отчет организован следующим образом:

- › В главе 2 вкратце представлен обзор методологии – самой модели e3.kz и сценарного анализа, используемых для моделирования воздействия изменения климата и адаптации на всю экономику.
- › В главе 3 кратко описаны допущения и результаты базового сценария, который служит основой для сценариев изменения климата и адаптации.
- › Глава 4 иллюстрирует результаты по трем "Э" (экономика, энергия и эмиссии парниковых газов (выбросы)) для трех Общих социально-экономических вариантов (ОСЭВ) Shared Socioeconomic Pathway, SSP, engl.).
- › В главе 5 представлены четыре меры по адаптации, направленные на снижение или даже предотвращение климатического ущерба в ключевых секторах - сельском хозяйстве и энергетике. Макроэкономические последствия адаптационных мер оцениваются количественно и представляют собой экономические аргументы в поддержку выбора соответствующих мер для процесса разработки Национального плана адаптации.
- › Глава 6 содержит заключение и прогноз.

2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КАЗАХСТАНЕ

2.1 Обзор модели e3.kz

В ходе первой фазы проекта CRED совместно с национальным партнером Институтом Экономических исследований (ERI) «с нуля» была разработана макроэкономическая модель для Казахстана с улучшенными экологическими характеристиками - **модель e3.kz** (*Economy, "nergy and, Emission model, engl.?* - экономика, энергия и эмиссии (выбросы) парниковых газов). В сочетании со **сценарным анализом** модель позволяет оценить воздействие изменения климата и мер по адаптации на всю экономику.

Модель e3.kz отображает экономику Казахстана, энергетическую систему и выбросы CO₂ на основе целостной, последовательной схемы моделирования, которая рассчитывает воздействие одновременно для каждого года до конца периода моделирования 2050 года (Рисунок 1). В каждом модуле используется набор данных, состоящий из полных и актуальных временных рядов данных, позволяющих установить эмпирически выведенные модельные взаимосвязи.

Данная модель разработана в Microsoft Excel с использованием фреймворка построения моделей DIOM-X. Фреймворк построен на встроенным в Excel языке программирования Visual Basic for Applications (VBA) и был разработан для создания динамических моделей ввода-вывода в Excel (Großmann & Hohmann, 2019). Пользователи модели проводят сценарный анализ, корректируя значения переменных модели в пределах одной страницы файла Excel, что не требует навыков программирования. Полная база данных модели, уравнения модели и результаты хранятся в одном файле Excel, что обеспечивает возможность изучения, корректировки и расширения всех аспектов модели.

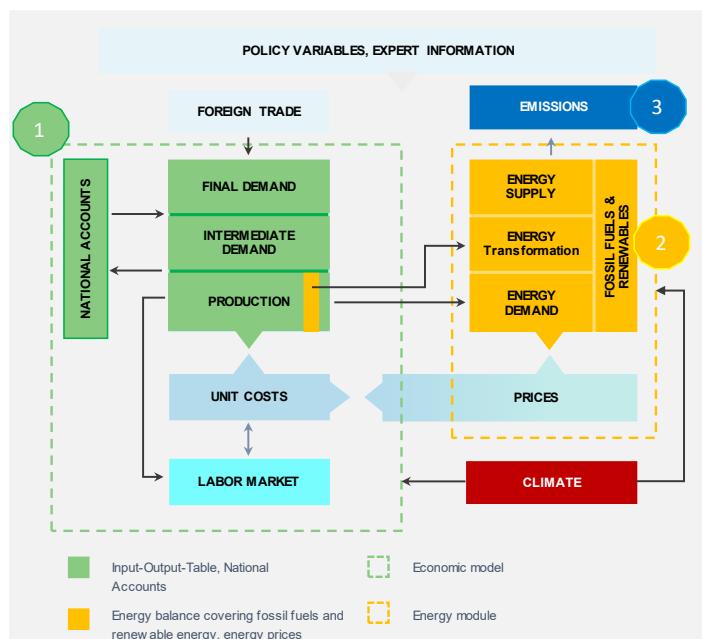


Рисунок 1. Обзор модели E3.kz

Источник: Собственная иллюстрация на основе данных GWS, 2022.

В рамках второй фазы проекта CRED модель e3.kz была обновлена и применена для анализа новых климатических сценариев и дополнительных мер по адаптации.

Более подробную информацию о модели e3.kz и использованной методологии см. на сайте GIZ (2022).

2.2 Сценарный анализ: Сценарии изменения климата и адаптации

2.2.1 Обзор

Сценарный анализ — это метод, который позволяет справиться с неопределенностью будущего путем анализа последовательных наборов количественных предположений относительно возможного развития событий.

Результаты анализа сценариев отражают различные возможные пути развития событий, а также то, что и/или кто подвергается тому или иному воздействию, но их не следует считать точными прогнозами.

Такой анализ начинается с определения базового (*Reference scenario, REF, engl.*) сценария, описывающего будущее развитие событий на основе поведения, которое уже наблюдалось в прошлом, с учетом некоторых дополнительных внешних факторов.

Сценарий REF не включает в себя воздействие изменения климата и адаптацию. Поэтому он служит основой для оценки альтернативных сценариев.

Модель e3.kz применяется для имитации общекономических последствий трех климатических сценариев (SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5), а также последствий мер по адаптации к изменению климата. Таким образом, климатические сценарии учитывают отраслевые воздействия основных опасных климатических явлений, оказывающих наибольшее влияние на экономику Казахстана, которые не отражены в сценарии REF. Сценарии адаптации к изменению климата основываются на климатических сценариях и учитывают также отраслевые затраты и выгоды от мер по адаптации. Параметры сценария и необходимые данные для сценариев были отобраны и собраны совместно с международными и национальными отраслевыми и климатическими экспертами.

Моделирование климатических сценариев и сценариев адаптации с соответствующими сценарными настройками вызывает цепные реакции в модели e3.kz, в результате чего создается модель "альтернативного" будущего. Чтобы увидеть влияние сценария изменения климата, результаты для соответствующих переменных модели, таких как занятость, ВВП или производство, оцениваются по сравнению со сценарием REF (Рисунок 2). Чтобы увидеть влияние мер по адаптации, этот сценарий необходимо сравнить с соответствующим сценарием изменения климата, который включает воздействие изменения климата, но не предусматривает мер по адаптации.

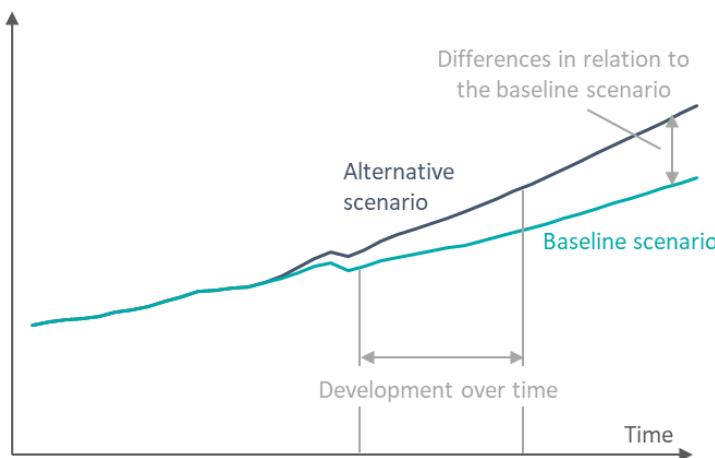


Рисунок 2. Сравнение сценариев

Источник: Собственное представление GWS.

С помощью модели e3.kz можно оценить не только прямые, но и косвенные и обратные эффекты альтернативных сценариев, что включает в себя детализацию по секторам и анализ в масштабах всей экономики. Цель модели e3.kz - помочь пользователям определить высокоеэффективные варианты адаптации с положительным воздействием на экономику, занятость и окружающую среду. Это возможно только благодаря смоделированным взаимосвязям между экономической деятельностью, энергией, выбросами парниковых газов и социально-экономическими отношениями (так называемое «е3-моделирование» (*economy, energy, emissions, engl.*)).

2.2.2 Процедура введения данных об изменениях климата и мерах по адаптации в модель e3.kz

Отправной точкой для анализа изменения климата и его последствий для Казахстана являются общие социально-экономические варианты (ОСЭВ) (ОСЭВ, SSP¹), которые представляют собой различные варианты климатической политики в национальном масштабе, влияющие на выбросы ПГ. Проект CRED II фокусируется на сценариях SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5, которые варьируются от сценариев с низким до сценариев с высоким уровнем выбросов. Цифры в обозначениях различных ОСЭВ (SSP) с более высокими значениями означают варианты с более сильными эффектами потепления климата.

Климатические модели помогают лучше понять, как будущие выбросы парниковых газов и изменения в землепользовании приводят к реакциям в климатической системе, которые проявляются в медленными изменениями и экстремальными погодными явлениями. Эти климатические прогнозы, в частности, интенсивность и частота засух, аномальные жара и наводнения, являются важным исходным материалом для климатических сценариев, которые моделируются с помощью e3.kz.

¹ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview>

Поскольку климатические и экономические модели работают в разных временных и пространственных масштабах и ориентированы на разные показатели, для интеграции данных о воздействии изменения климата и анализа затрат и выгод от выбранных мер по адаптации, была использована 4-этапная процедура (Рисунок 3, (более подробное описание см. в отчете CRED GIZ, 2022):

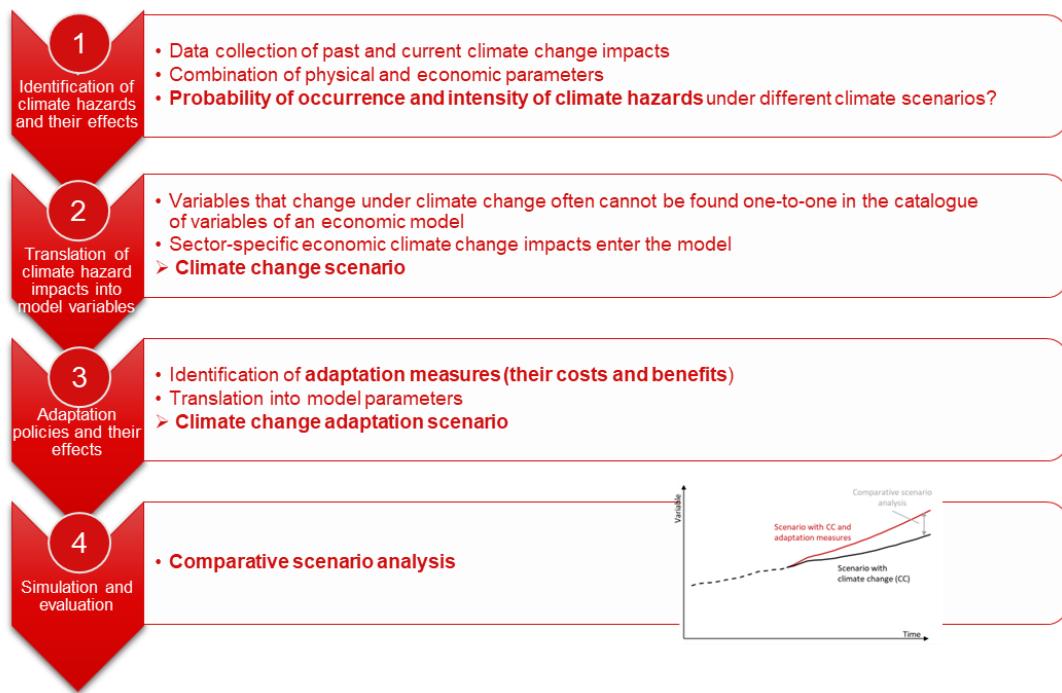


Рисунок 3 Четырехэтапный подход введения данных об изменении климата и мерах по адаптации в экономическую модель Е3.КЗ

Источник: Адаптировано из GIZ, 2022 г.

Для этапа 1 "Идентификация опасных климатических явлений и их последствий" необходимы данные полевых экспертов (более подробно см. GIZ, 2022). Для более детального анализа экономических последствий изменения климата **вероятность возникновения и интенсивность опасных климатических явлений** (засух, аномальной жары и наводнений) **по конкретным странам** представлены для **трех сценариев ОСЭВ²** (SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5) компанией Earthyield Advisories (GIZ, 2025a). Частота опасных климатических явлений по интенсивности (низкая, средняя, высокая) различается, и она также различна для сценариев SSP.

Собираются **прошлые и текущие отраслевые данные об ущербе/воздействии опасных климатических явлений** - при наличии дифференцированные по трем категориям интенсивности (низкая, средняя и высокая) - они служат эталоном для оценки будущих воздействий опасных климатических явлений (подход "снизу вверх").

² ПСП представляют собой различные варианты климатической политики в глобальном масштабе, влияющие на пути выбросов ПГ. SSP5-8.5 (SSP1-1.9) - самый пессимистичный (оптимистичный) сценарий, предполагающий повышение глобальной температуры на +4,8°C (+1,5°C) по сравнению с доиндустриальным уровнем. (см. climateknowledgeportal.worldbank.org/overview)

В настоящее время классификация климатических воздействий на низкую, среднюю и высокую категории осуществляется в зависимости от размера ущерба, исходя из того, что климатические угрозы низкой интенсивности наносят меньший ущерб. Для каждого вида ущерба из базы данных определяется максимальный ущерб в тенге. Максимальный ущерб делится на три, чтобы получить три класса интенсивности (низкая, средняя, высокая). Для каждого класса суммируются повреждения из базы данных повреждений, а затем делятся на количество опасных климатических явлений в данном классе, чтобы получить среднее значение. Средние значения в каждом классе служат эталонным ущербом по интенсивности.

Разумеется, размер ущерба - даже при одинаковой интенсивности климатического бедствия - варьируется в зависимости от региона. Если опасное климатическое явление происходит в экономически сильных и/или густонаселенных регионах, экономический ущерб будет больше, чем в регионах с меньшей экономической силой и населением.

В ходе реализации проекта CRED II коллекция данных о прошлых и текущих воздействиях изменения климата (GIZ, 2022, 2023) была обновлена с учетом последних наблюдений за ущербом от наводнения в 2024 году и засухи в 2021 году, проведенных национальным консультантом (Приложение 2).

Корректизы вносятся в контрольные показатели, исходя из того, что, например, удвоение вероятности возникновения в течение года также удваивает контрольные показатели воздействия (Рисунок 4).

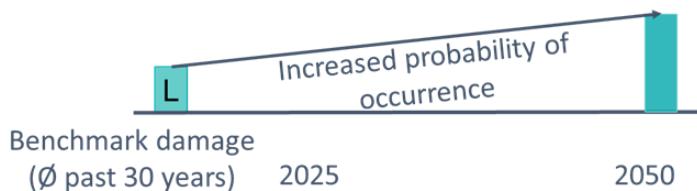


Рисунок 4 Примерный прогноз будущих воздействий по интенсивности опасности (L-Low) с применением вероятности возникновения климатических опасностей

Источник: Собственная иллюстрация

Сочетание будущей эволюции опасных климатических явлений по интенсивности и наблюдаемых воздействий опасных климатических явлений по категориям интенсивности позволяет получить временной ряд ожидаемых будущих воздействий соответствующих опасных климатических явлений.

Используя вероятности возникновения, климатический ущерб или воздействие, вызванные нерегулярно возникающими опасными климатическими явлениями, преобразуются в данные на сглаженной кривой осредненного экономического ущерба (Рисунок 5). Например, ущерб от климатической опасности, возникающей раз в десять лет, распределяется равномерно в течение десятилетия.

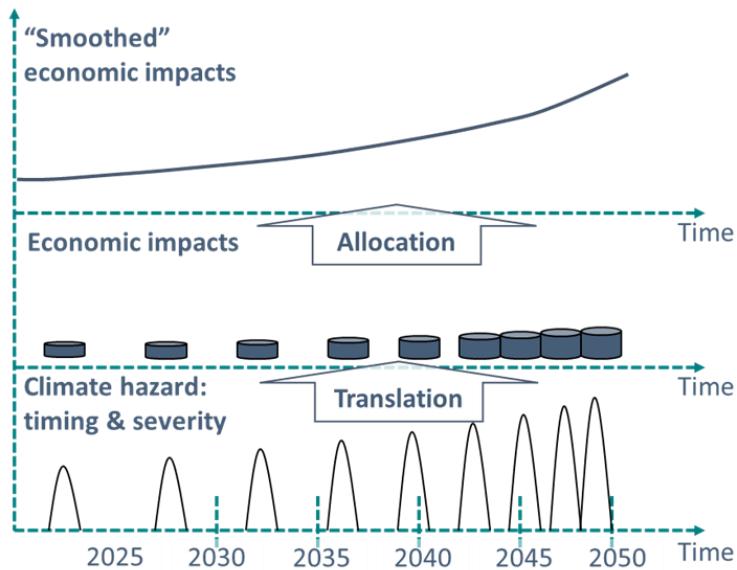


Рисунок 5. Отображение нерегулярно возникающих опасных климатических явлений на сглаженной кривой

Источник: Собственная иллюстрация на основе Wolter et al. 2023

Другим вариантом является, при наличии возможности, использование прогнозов по конкретной стране на основе отраслевых моделей (например, прогнозы урожайности на основе моделей сельского хозяйства, (см. UNDP, 2020), разработанных в соответствии с различными климатическими сценариями.

Для дополнения подхода "снизу вверх", который нельзя считать полным и систематическим сбором данных, проведен обзор других исследований, анализирующих макроэкономические последствия опасных климатических явлений в Казахстане (подход "сверху вниз"). Это позволяет во-первых, получить дополнительные данные о воздействии климата в Казахстане (например, прогнозы потерь производительности труда в период аномальной жары от Climate Analytics³), и во-вторых, - масштабировать данные "снизу вверх", если они недостаточны. В третьих это позволяет сравнить результаты собственных и международных сценариев, - например, Всемирный банк (2022), Kahn et al. (2019) и Waidelich et al. (2024) публикуют данные о потерях ВВП на душу населения для различных сценариев SSP.

Другими вариантами являются, при наличии возможности, прогнозы по конкретной стране на основе нынешних (например, прогнозы потерь производительности труда во время тепловых волн от Climate Analytics⁴) или восходящих отраслевых моделей (например, прогнозы урожайности от моделей сельского хозяйства, см. UNDP, 2020), разработанных в соответствии с различными климатическими сценариями.

³ <https://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/impacts/?region=KAZ&indicator=ec1&scenario=rcp85&warmingLevel=3.0&temporalAveraging=annual&spatialWeighting=area&altScenario=rcp26&compareYear=2030>

⁴ <https://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/impacts/?region=KAZ&indicator=ec1&scenario=rcp85&warmingLevel=3.0&temporalAveraging=annual&spatialWeighting=area&altScenario=rcp26&compareYear=2030>

На этапе 2 все данные должны быть введены в e3.kz путем подбора соответствующих переменных модели. Первоначальное воздействие опасных климатических явлений может быть введено, например, как влияние на поведение людей (увеличение спроса на охлаждение и медицинское обслуживание), как инвестиции (затраты на реконструкцию или инвестиции в адаптацию), как рост цен из-за дефицита, снижение производительности труда или изменения во внешней торговле (обозначено красной точкой ●, см. Рисунок 6), которые затем вызывают цепные реакции в модели e3.kz. Воздействие трех сценариев SSP на всю экономику описано в главе 4.

На этапе 3 для последующего анализа воздействия на всю экономику с помощью e3.kz необходимы количественные величины анализа **затрат и выгод от адаптационных мер** для конкретных секторов. В идеале, результаты СВА позволяют получить более полную информацию о конкретных затратах и выгодах, которые затем служат исходными данными для модели e3.kz.

Затраты на адаптационные меры обычно представляются в виде инвестиций, а выгоды - в виде предотвращенного или сниженного негативного воздействия изменения климата (*reverse impacts of climate change, engl.*). Адаптационные меры четвертого этапа представлены в главе 5.

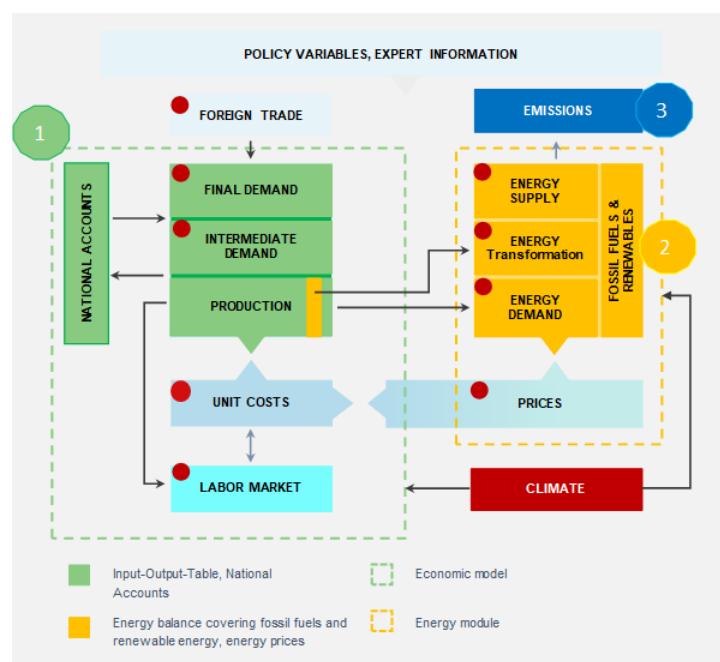


Рисунок 6. Реализация воздействия изменения климата и мер по адаптации в e3.kz

Источник: GIZ, 2022

3 ЭТАЛОННЫЙ СЦЕНАРИЙ

3.1 Допущения

В ходе проекта CRED II модель e3.kz была обновлена совместно с ERI до самых последних данных (в основном до 2023 года) из официальной статистики. Все поведенческие уравнения были обновлены с учетом новых исторических данных. Экзогенные (внешние) прогнозы, например численности населения и цен на мировом рынке, также были пересмотрены для разработки эталонного сценария (REF). Сценарий REF не включает последние обновления "Модели LEDS⁵", которые еще обрабатывались, когда эталонный сценарий модели e3.kz был уже завершен.

Модели СДУН (LEDS) уделяют большое внимание моделированию перехода Казахстана к климатической нейтральности к 2060 году, включая комплексное представление энергетического сектора. Для сопоставимости целесообразно согласовать внешние предположения и ожидания в отношении развития энергетического сектора в эталонном сценарии модели e3.kz и моделей LEDS.

Таким образом, соответствующие показатели модели e3.kz, такие как ожидания в энергетическом секторе (включая производство, экспорт и расширение использования возобновляемых источников энергии), были максимально согласованы с предыдущими прогнозами LEDS (GIZ, 2022).

Сценарий REF представляет собой прогноз всех переменных модели до 2050 года, предполагая, что - за исключением нескольких экзогенных предположений - экономические отношения, наблюдавшиеся в прошлом, будут действовать и в будущем. Сценарий REF является эталоном, с которым сравниваются другие сценарии, такие как сценарии изменения климата и адаптации.

3.2 Результаты

Экономическое развитие

В сценарии REF ожидается, что экономика будет продолжать расти до 2050 года, но более медленными темпами по сравнению с предыдущим периодом (Таблица 1). В первом прогнозном периоде среднегодовой рост составляет 3% (2020-2030 гг.), затем - 0,3% (2030-2040 гг.) и 2,1% (2040-2050 гг.). Более низкие темпы роста ВВП в период 2030-2040 годов обусловлены прогнозным предположением об экспорте.

Развитие экспортного сектора обусловлено экзогенными предположениями и показывает ускоренный рост в период 2020-2030 годов на 3,2%, в том числе за счет увеличения экспорта сырой нефти в соответствии с ожиданиями Министерства национальной экономики Республики Казахстан (МНЭ). После этого экспорт ископаемого топлива снижается в соответствии с прогнозами LEDS. Напротив, предполагается, что экспорт сельскохозяйственной продукции будет стабильно расти до

⁵ Инструменты моделирования стратегии низкоэмиссионного развития (LEDS) включают в себя модели CGE, TIMES и системной динамики, используемые для определения целей и задач по достижению углеродной нейтральности в Казахстане к 2060 году.

2050 года. Для общего экспорта темпы роста составят - 2,2% в год в течение десятилетия 2030-2040 годов и достигнут 2,5% в год в период с 2040 по 2050 год.

Потребление домашних хозяйств, как и в прошлом, является основной движущей силой ВВП. Увеличение числа рабочих мест и рост доходов положительно влияют на решения о потребительских расходах. Замедление темпов роста населения по сравнению с прошлым имеет обратный эффект. Потребительские расходы частных домохозяйств продолжают тенденцию роста, характерную для прошлого, начиная со среднегодового роста на 3,5% (2020-2030 гг.), замедляются до 0,6% (2030-2040 гг.) и затем восстанавливаются, достигая 2,3% в период 2040-2050 гг.

Темпы роста валового накопления основного капитала следуют за темпами роста ВВП. Инвестиции осуществляются как для поддержания, так и для расширения производственных мощностей, чтобы обеспечить достаточный объем производства для удовлетворения внутреннего или внешнего спроса. Таким образом, первоначально инвестиции будут расти со среднегодовым темпом 4,7% в течение 2020-2030 годов, замедляются в период с 2030 по 2040 год и достигнут нулевого роста в год, а в период с 2040 по 2050 год составят 1,3% в год.

Государственные потребительские расходы демонстрируют положительный рост до 3% в год, следуя за ростом ВВП с временным лагом.

Импорт развивается по мере роста экономической активности в соответствии с импортозависимостью секторов экономики. В частности, обрабатывающий сектор (машини, электрооборудование, компьютеры) является высокомимпортозависимым.

Таблица 1. Сценарий REF: Реальный ВВП и его компоненты (расходный подход), среднегодовые темпы роста за 10 лет в% (2000-2050 гг.)

	2000 - 2010	2010 - 2020	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
ВВП	8.3%	3.9%	3.0%	-0.3%	2.1%
Расходы на конечное потребление: частные домохозяйства и некоммерческие организации, обслуживающие домохозяйства	8.9%	5.6%	3.5%	0.6%	2.3%
Расходы на конечное потребление: государство	6.7%	7.0%	3.0%	0.04%	1.3%
Валовое накопление основного капитала	14.0%	5.9%	4.7%	0.04%	1.3%
Экспорт товаров и услуг	3.9%	-0.1%	3.2%	-2.2%	2.5%
Импорт товаров и услуг	2.8%	3.0%	4.6%	0.7%	1.6%

Источник: Исторические данные до 2023 года на основе данных QAZSTAT, результаты e3.kz (2024-2050).

Отраслевое производство следует за макроэкономическим развитием с учетом межотраслевых связей. В прогнозный период не предполагается никаких структурных изменений или диверсификации экономики, за исключением развития энергетических секторов, которые соответствуют предположениям о росте в соответствии со Стратегией устойчивого развития

Сектора, ориентированные на потребление (например, сектор услуг, сектор производства товаров первой необходимости для домашних хозяйств), в большей степени зависят от внутреннего спроса, в то время как экспортноориентированные сектора (сельское хозяйство и горнодобывающая

промышленность) в целом демонстрируют более тесную связь с внешним спросом. Сокращение экспорта нефти и газа отражается на снижении производства в горнодобывающем секторе в период с 2030 по 2050 год. Снижение инвестиций влияет в основном на обрабатывающую промышленность, строительство и смежные виды профессиональной, научной и технической деятельности. Рисунок 7 представлены прогнозы реального валового производства по секторам экономики.

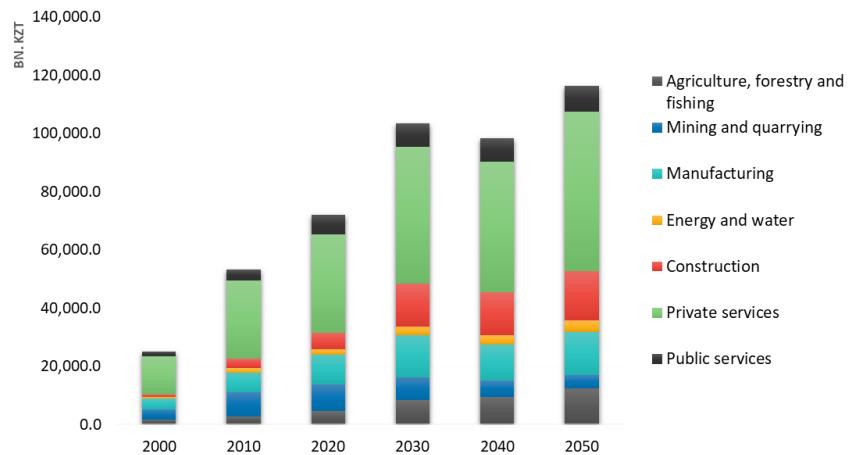


Рисунок 7. Сценарий REF: Реальное валовое производство по секторам экономики, млрд тг (2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050)

Источник: Исторические данные до 2023 года на основе данных QAZSTAT, результаты e3.kz (2024-2050)

Отраслевая занятость следует за отраслевой экономической активностью с учетом отраслевой производительности труда, реальной заработной платы и, частично, развития населения. Например, ожидается, что численность населения в возрасте до 16 будет влиять на количество учителей. В целом, занятость увеличивается с 9,1 млн. человек до 10,3 млн. К 2050 году большая часть людей будет занята в сфере услуг (например, торговля, образование, здравоохранение), сельском хозяйстве и строительстве (Рисунок 8).

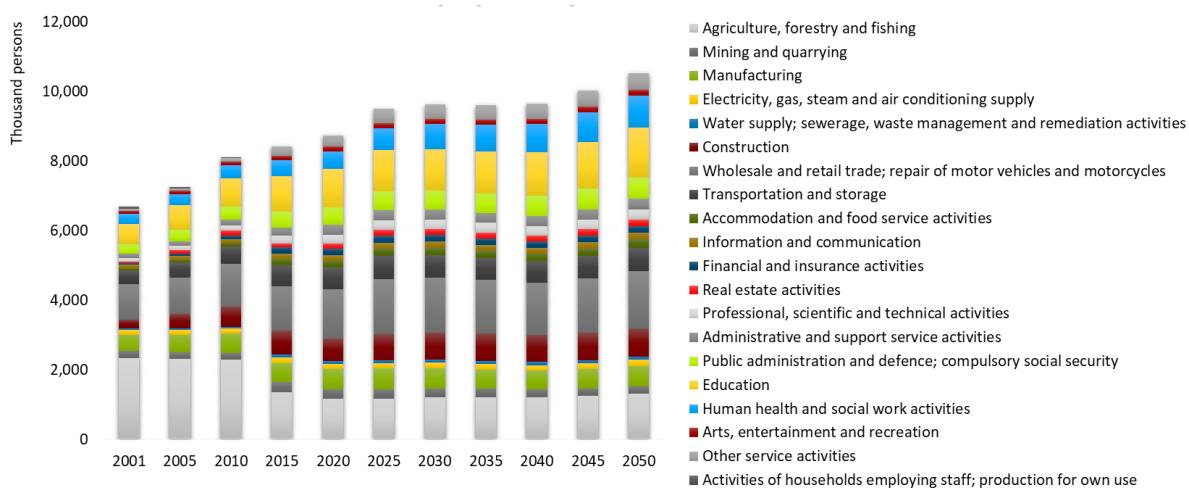


Рисунок 8. Сценарий REF: Занятые по видам экономической деятельности на 1 000 человек (2001-2050)

Источник: Исторические данные до 2023 года на основе данных QAZSTAT, результаты e3.kz (2024-2050)

При гендерном анализе общей занятости распределение между женщинами и мужчинами в основном одинаково (Рисунок 9). Однако можно заметить различия в разных видах экономической деятельности. Мужская занятость преобладает в строительстве (11% от общей занятости всех мужчин против 3% от общей занятости всех женщин), транспорте (10% против 3%), добывче полезных ископаемых (5% против 1%) и обрабатывающей промышленности (8% против 5%). Напротив, женская занятость преобладает в образовании (19% против 7%) и здравоохранении (9% против 3%).

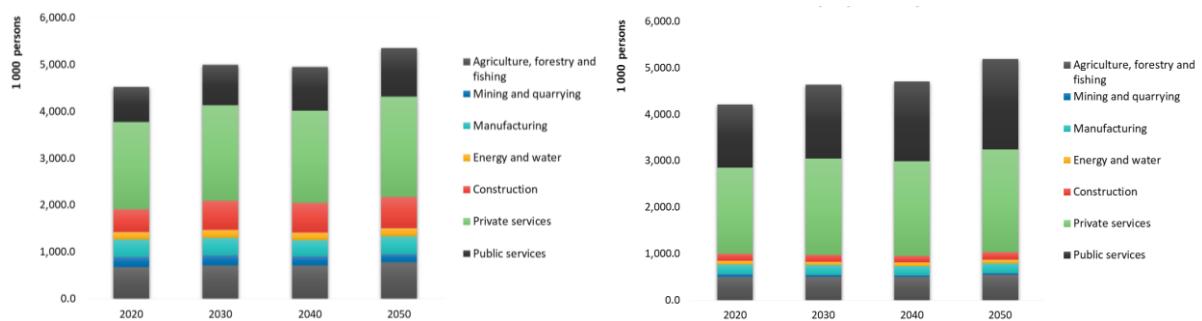


Рисунок 9. Сценарий REF: Занятые по видам экономической деятельности и полу на 1000 человек (2001-2050 гг.), мужчины (левый рисунок), женщины (правый рисунок)

Источник: Исторические данные до 2023 года на основе данных QAZSTAT, результаты e3.kz (2024-2050)

Спрос на энергию и выбросы

Общее конечное потребление энергии (TFEC) по секторам определяется отраслевой экономической деятельностью, а для жилого сектора - численностью населения и тенденциями (например, использование большего количества электроприборов). Таким образом, TFEC будет продолжать расти и достигнет 61 млн т н.э. (Рисунок 10). Крупнейшими потребителями энергии в 2023 и 2050 годах будут жилищно-коммунальное хозяйство (32% и 50%), промышленность (26% и 18%) и транспортный сектор (23% и 14%).

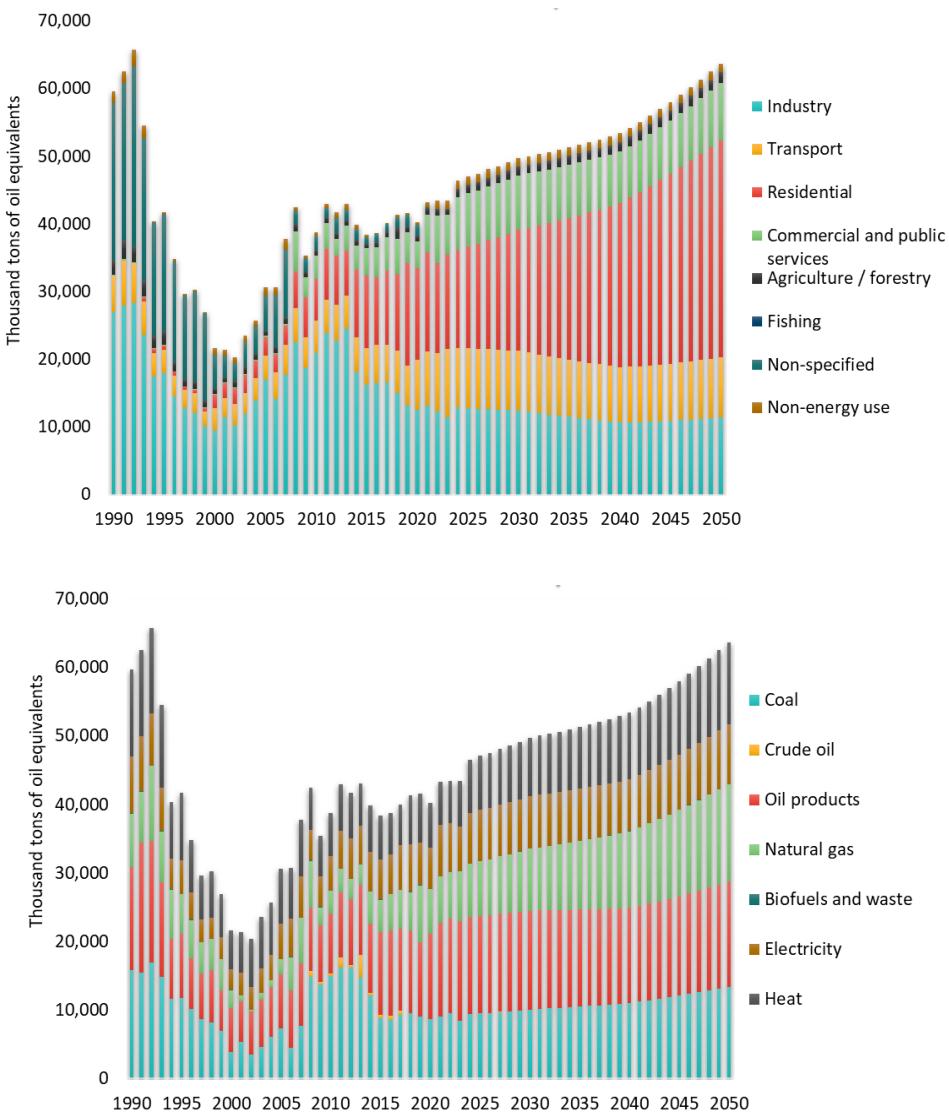


Рисунок 10. Сценарий REF: Общее конечное потребление энергии по секторам (верхний рисунок) и по энергоносителям (нижний рисунок), 1990-2050 гг.

Источник: Исторические данные до 2023 года на основе данных QAZSTAT и МЭА, результаты e3.kz (2024-2050)

Зависимость от ископаемого топлива, в частности угля, нефтепродуктов и природного газа, остается высокой. Переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) для конечных потребителей энергии не предполагается (Рисунок 10). То же самое относится и к энергетическому сектору: Для производства тепла и электричества используется не так много ВИЭ, в основном уголь и газ. Расширение использования ВИЭ соответствует прогнозам LEDS, в результате чего производство электроэнергии за счет ветра и солнечных фотоэлектрических батарей увеличится в восемь раз (DIW Econ, 2021). Ветроэнергетика останется более или менее на уровне 2023 года.

Сдержанное расширение использования ВИЭ и скромное повышение энергоэффективности приводят к дальнейшему росту выбросов CO₂, связанных со сжиганием топлива (Рисунок 11).

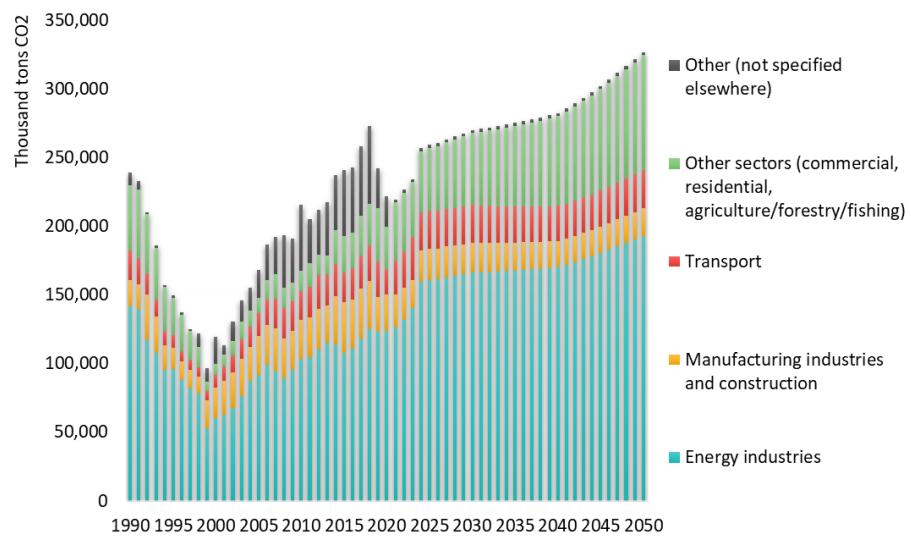


Рисунок 11. Сценарий REF: Выбросы CO₂ по секторам, 1990-2050 гг.

Источник: Исторические данные до 2021 года на основе РКИК ООН, результаты e3.kz (2022-2050)

4 ЭКОНОМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В этой главе описывается влияние трех сценариев изменения климата на экономический рост, занятость, а также на экологические показатели в масштабах всей экономики. Как указано в разделе 2.2.2, необходимо представить будущее развитие основных опасных климатических явлений при различных сценариях изменения климата, а также средние отраслевые контрольные показатели воздействия, наблюдавшиеся в прошлом.

В трех рассмотренных сценариях изменения климата (SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5) соответствующие ключевые опасные климатические явления и их воздействие объединены, чтобы показать воздействие на три "Э", а именно на экономику, энергетику и эмиссии. Эти три сценария SSP были выбраны для того, чтобы представить диапазон возможного повышения глобальной температуры и связанные с этим масштабы (частота и интенсивность) опасных климатических явлений в Казахстане.

Изучение данных (камеральные исследования) и обмен мнениями с национальными экспертами по климату в ходе проекта CRED I и II показали, что наводнения, аномальная жара и засухи являются наиболее актуальными опасными климатическими явлениями в Казахстане, оказывающими прямое или косвенное воздействие на население и основные секторы экономики (Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2022; Всемирный банк, 2021; ЭСКАТО ООН, 2022). Поэтому ниже рассматриваются именно эти опасные климатические явления.

4.1 Настройки сценария – обзор

В данном разделе представлен обзор сценарных допущений для трех климатических сценариев. Базовые воздействия, как показано в Таблица 2, являются основой для всех сценариев. Вероятность возникновения опасных климатических явлений по интенсивности различается при сравнении трех сценариев SSP (Рисунок 12).

По данным GIZ (2025a), наиболее актуальными климатическими угрозами являются наводнения, засухи и тепловые волны. В будущем опасные климатические явления будут происходить еще чаще (например, наводнения и тепловые волны) и с большей силой. В целом ожидается, что менее интенсивные опасные климатические явления (красная линия на Рисунок 12) будут происходить чаще (примерно раз в два года), чем те, которые имеют высокую интенсивность (примерно раз в 14 лет), и наоборот. Кроме того, существует тенденция, что вероятность возникновения опасных климатических явлений (например, наводнений и тепловых волн) выше для SSP (ОСЭВ) с более высоким потенциалом потепления из-за более высокого уровня выбросов, например, SSP5-8.5 по сравнению с SSP1-2.6 (GIZ, 2025a).

В среднем наводнения происходят каждые два года (низкая интенсивность опасности), четыре года (средняя интенсивность опасности) и 27-40 лет (высокая интенсивность опасности), а тепловые волны – каждые 3, 12 и 50-70 лет. Засухи разной интенсивности ожидаются соответственно каждые 3, 4 и 13-18 лет. Разница в частоте интенсивности опасных климатических явлений между сценариями SSP одинакова, но интенсивность опасных явлений разная.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ
Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

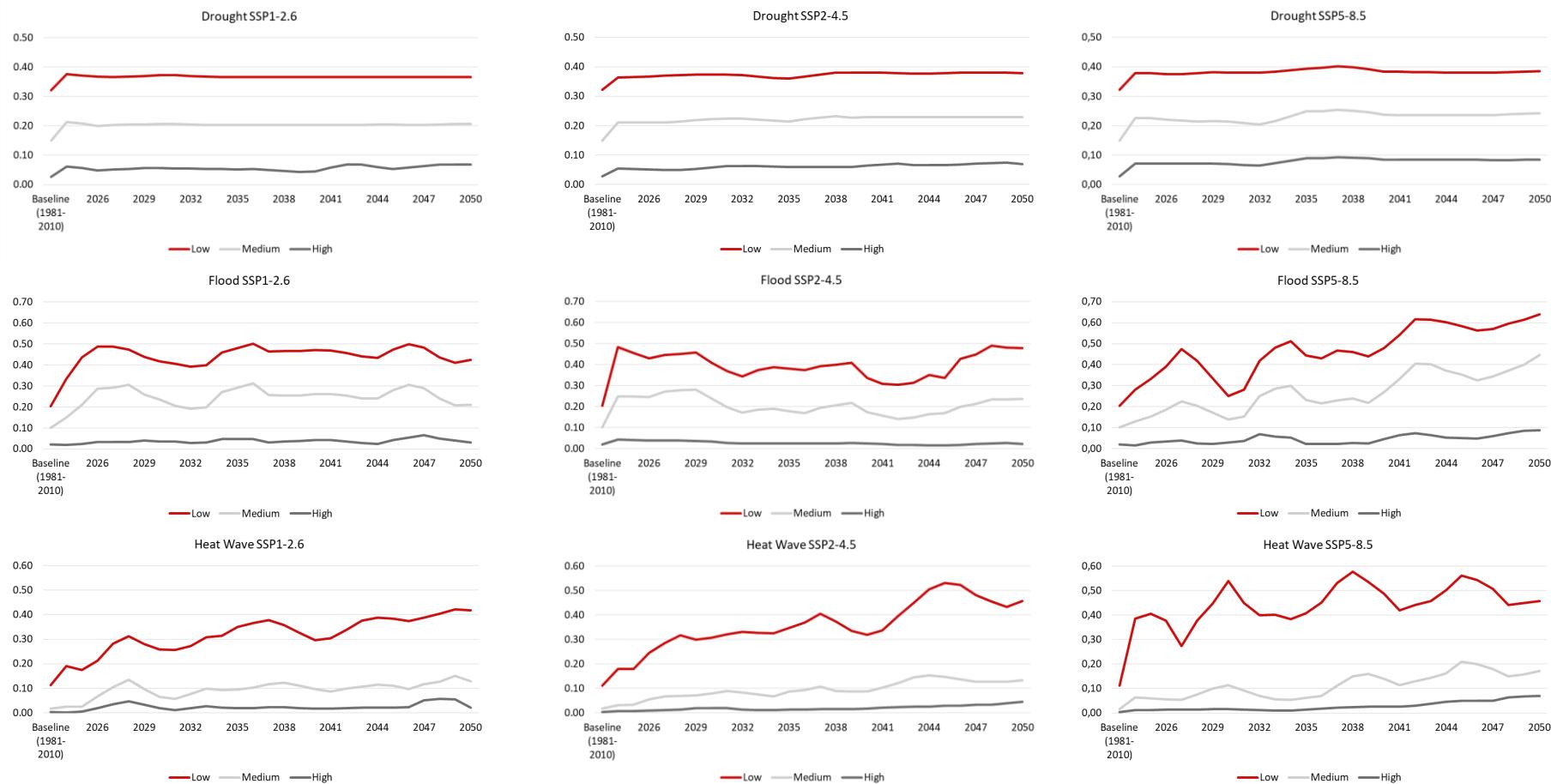


Рисунок 12. Вероятность возникновения для засух, тепловых волн и наводнений разной интенсивности (низкая, средняя, высокая) по сценариям SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

Источник: GIZ (2025a)

Данные о базовом ущербе по секторам, используемые в сценариях, либо собраны в СМИ, на веб-сайтах и т.д. (подход "снизу вверх"), либо получены в результате анализа отраслевых моделей, таких как модель сельского хозяйства (ПРООН, 2020). На основе этих данных и информации были определены основные опасные климатические явления, влияющие в основном на сельское хозяйство, энергетику и инфраструктуру (см.Таблица 2). Однако каждый климатический риск по-разному влияет на экономические сектора:

Наводнения наносят ущерб в основном инфраструктуре, такой как здания, дороги, мосты или энергетическая инфраструктура, как показывает сбор данных "снизу вверх". Незначительная доля общего ущерба приходится на сельскохозяйственный сектор, поврежденные автомобили и бытовое оборудование. Общий ущерб от наводнения варьируется от 468 млн тенге до 51 млрд тенге, включая наводнение 2024 года (Astana Times, 2024). Менее серьезные события происходили чаще, чем очень серьезные, но заявленный ущерб был ниже. Результаты нынешних подходов, рассматривающих воздействие на ВВП, таких как AQUEDUCT Global Flood Analyzer от Института мировых ресурсов⁶, показали, что воздействие на ВВП может составить 2,4 млрд. США или 0,3% к 2050 году при RCP8.5 (Репрезентативные траектории концентраций (РТК)).

Физический ущерб основным фондам может также привести к дополнительным потерям из-за перебоев в подаче электроэнергии, сбоев и задержек в цепочке поставок (OECD, 2018; World Bank, 2019). В зависимости от затронутой отрасли это приведет к росту импорта или снижению экспорта.

Тепловые волны оказывают влияние на многие отрасли: Энергетический сектор одновременно испытывает на себе влияние ограниченного производства энергии на гидроэлектростанциях и теплоэлектроцентралях, а также повышенного спроса на электроэнергию. Сельскохозяйственный сектор сталкивается с потерей урожайности пшеницы и снижением производства животноводческой продукции из-за снижения продуктивности пастбищ. Напротив, ожидается рост урожайности подсолнечника (ПРООН, 2020). Согласно международному опыту, можно ожидать увеличения потребления напитков на 3% (Mirasgedis et al., 2013)

Средняя производительность труда снижается из-за теплового стресса в диапазоне от -0,95% (RCP2,6) до -1,9% (RCP8,5) до 2050 года (Климатическая аналитика⁷). Это затронет многие отрасли, особенно работников, занятых на открытом воздухе в сельском хозяйстве и строительстве. Чем больше (или меньше) физическая интенсивность труда в секторе, тем больше (или соответственно меньше) потери производительности труда по сравнению со средними показателями. Потери производительности труда означают снижение объемов производства в пострадавших секторах без перерывов работы персонала из-за жары.

Казахстан также сталкивается с ростом расходов на здравоохранение, связанных с экстремальной жарой, болезнями, передающимися через воду, задержкой роста и инфекционными заболеваниями. Всемирный банк (2024а) публикует оценку расходов на здравоохранение до 2050 года для SSP2-4.5 в размере 4,9 млн. США.

⁶ <https://www.wri.org/applications/aqueduct/floods/>

⁷ <https://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/impacts/?region=KAZ&indicator=ec1&scenario=rcp85&warmingLevel=3.0&temporalAveraging=annual&spatialWeighting=pop&altScenario=rcp26&compareYear=2030>

Засухи в основном влияют на сельское хозяйство на севере Казахстана, где преобладает богарное производство пшеницы. В зависимости от силы засухи урожай частично или даже полностью пропадает, либо ухудшается качество урожая, что позволяет получить за продукцию только более низкие цены. По данным сбора информации об ущербе "снизу вверх", средние потери сельского хозяйства составляют от 7 до 300 млрд тенге в зависимости от интенсивности засухи.

Подобно тепловым волнам, засухи также влияют на энергетический сектор. Снижение уровня воды может создать проблемы с энергетической безопасностью. Из-за дефицита ресурсов для охлаждения страдают не только гидроэлектростанции, но и тепловые электростанции.

В некоторых секторах следует ожидать повышения цен в связи с увеличением спроса на воду во время засухи. Этот аспект обсуждался во время выездного тренинга в Казахстане и был реализован для угледобычи, услуг по охлаждению и кондиционированию воздуха, сельского хозяйства и водного транспорта. Рост цен вызван либо увеличением спроса на воду, либо, в случае водного транспорта, ростом затрат из-за снижения загрузки речных судов (Schattenberg, 2023).

Не все последствия опасных климатических явлений можно оценить в денежном выражении или в физических единицах измерения. Таким образом, макроэкономический анализ изменения климата ограничивается только теми убытками, которые определены количественно. Как только появятся новые количественные данные о воздействии опасных климатических явлений, пользователи моделей должны обновить сценарии изменения климата, чтобы отразить самые последние данные.

Таблица 2. Количественные контрольные показатели воздействия основных опасных климатических явлений в Казахстане

	Сельское хозяйство 	Энергетика 	Инфраструктура 	Вода 	Здравоохранение 	Межсекторальные 
Засухи	<ul style="list-style-type: none"> Средние потери сельского хозяйства в прошлом (7 - 300 млрд тенге) 	<ul style="list-style-type: none"> Снижение производства гидроэлектроэнергии из-за снижения уровня воды (от -5% до -20%) Ограниченнное энергоснабжение от ТЭЦ из-за недостаточного охлаждения (-3,8% - 4,7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличение расходов на водный транспорт 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличение спроса на воду в сельском хозяйстве, угледобыче, паровом хозяйстве и кондиционировании воздуха 	-	-
Источники	<ul style="list-style-type: none"> ClimateDamageDatabaseMapView_2024.xls 	<ul style="list-style-type: none"> Энергетический баланс МЭА 1998 Ван Влит и др., 2016 	<ul style="list-style-type: none"> Повышение спроса на оптовые услуги по транспортировке воды, наблюдаемое в годы засухи 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличение спроса на воду в соответствующих секторах, наблюдаемое в засушливые годы 	-	-
Тепловые волны	<ul style="list-style-type: none"> Потери урожайности пшеницы (457 млрд тг до 2030 г., 608 млрд тг до 2050 г.) Повышение урожайности подсолнечника (1,8 млрд тг до 2030 г., 0,9 млрд тг до 2050 г.) Снижение производства продукции животноводства (109 	<ul style="list-style-type: none"> Снижение производства гидроэлектроэнергии из-за снижения уровня воды (от -5% до -20%) Ограниченнное энергоснабжение от ТЭЦ из-за недостаточного охлаждения (-3,8% - 4,7%) Дополнительная потребность в охлаждении: 0,5% - 8,5% на 1°C изменения 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Увеличение расходов на здравоохранение в связи с болезнями, переносимыми водой и переносчиками (SSP2-4.5: 4,9 млн долларов США к 2050 г.) 	<ul style="list-style-type: none"> Средние потери производительности труда из-за теплового стресса (от -0,95 до -1,9% к 2050 г.) Увеличение потребления напитков (3%-5%)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ
Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

	Сельское хозяйство 	Энергетика 	Инфраструктура 	Вода 	Здравоохранение 	Межсекторальные 
	млрд тг до 2030 г., 170 млрд тг до 2050 г.)	температуры окружающей среды				
Источники	<ul style="list-style-type: none"> ПРООН, 2020 ГОД 	<ul style="list-style-type: none"> Энергетический баланс МЭА 1998 Van Vliet et al., 2016 Всемирный банк, 2021 год 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Всемирный банк, 2024а 	<ul style="list-style-type: none"> Климатическая аналитика Мирасгедис и др., 2013
Наводнения	<ul style="list-style-type: none"> Гибель скота, затопление пахотных земель (2% от общего ущерба от наводнений, 0,5-51 млрд тг) 	<ul style="list-style-type: none"> Повреждение энергетической инфраструктуры (22-112 млрд тг) Перебои в электроснабжении, приводящие к потерям продаж в других секторах (0,5%-7,7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Повреждения зданий и внутренних помещений (87% от общего ущерба от наводнений, 0,5-51 млрд тг) Поврежденная дорожная инфраструктура и автомобили (11% от общего ущерба от наводнения, 0,5-51 млрд. тенге) 	-	-	-
Источники	<ul style="list-style-type: none"> ClimateDamageDatabase_ MapView_2024.xls 	<ul style="list-style-type: none"> Всемирный банк, 2019 	<ul style="list-style-type: none"> ClimateDamageDatabase_ MapView_2024.xls 	-	-	-

Источник: На основе сбора данных в ходе CRED I (GIZ, 2022) и обновления данных в ходе CRED II (ClimateDamageData-base_MapView_2024.xls).

4.2 Результаты для сценария SSP5-8.5

Принятые за основу вышеупомянутые ущербы и опасные климатические явления с соответствующими вероятностями возникновения и интенсивностью для всех сценариев SSP внедрены в модель e3.kz и вызывают реакцию во всей экономике. В этом разделе результаты для сценария SSP5-8.5 описаны более подробно. В следующем разделе 4.3 представлен сравнительный обзор макроэкономических результатов для всех трех сценариев SSP.

Влияние на экономику в целом будет негативным, если не будут приняты превентивные меры по адаптации. Реальный годовой рост ВВП замедляется и снижается до 6,5% или 4,9 трлн тенге по сравнению со сценарием REF (Рисунок 13).

Экспорт ограничен из-за производственных потерь в сельском хозяйстве, металлургии и горнодобывающей промышленности. Сельское хозяйство страдает от снижения производительности во время засух и аномальной жары. Влияние на горнодобывающий сектор обусловлено разрушением инфраструктуры во время наводнений. Многие отрасли экономики страдают от снижения производительности труда во время аномальной жары (например, сельское хозяйство) и потеря из-за отключения электричества (например, металлургическое производство).

На развитие импорта влияют противоположные эффекты: С одной стороны, импорт ускоряется из-за ограниченных производственных мощностей, вызванных отключениями и повреждениями электричества, а также ограниченной производительности труда во многих секторах. Предполагается, что импорт заменяет (выпавшее из строя из-за климата) внутреннее производство для удовлетворения спроса. В зависимости от продолжительности перерывов в производстве, они также могут быть компенсированы в течение года, что не предусматривалось в данном сценарии. Напротив, импорт компенсируется замедлением ВВП из-за высокой зависимости от импорта, например, в обрабатывающей промышленности.

В условиях снижения занятости и доходов по сравнению со сценарием REF потребительские расходы домохозяйств замедляются. Инвестиции и государственные потребительские расходы следуют за ВВП.

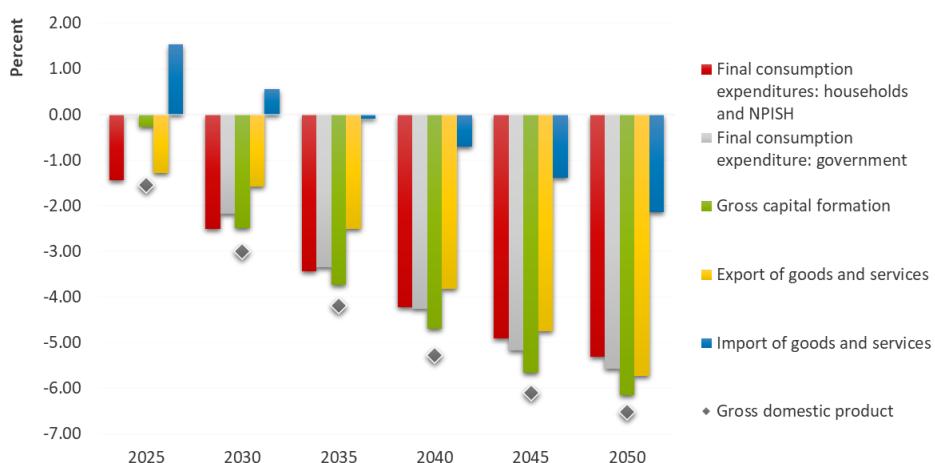


Рисунок 13. Сценарий SSP5-8.5: макроэкономические последствия, 2022-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

В целом, общий объем реального производства замедляется (-6,8% или 7,7 трлн тенге, Рисунок 14), как и общее макроэкономическое развитие. Последствия для отраслей различны, - больше всего страдает сельское хозяйство (-12% или 1,5 трлн. тенге), затем строительство (-8,3% или 1,4 трлн тенге). Снижение производительности труда оказывает влияние на многие отрасли, особенно на те, где работники трудятся на открытом воздухе, такие как сельское хозяйство и строительство.

Более высокий спрос в секторе здравоохранения и производства напитков с лихвой компенсируется менее активным экономическим развитием. Другие сектора, такие как торговля и сфера услуг, также подвержены влиянию межсекторальных связей. Положительная динамика наблюдается в секторе водоснабжения в связи с увеличением спроса на воду во время засух и аномальной жары.

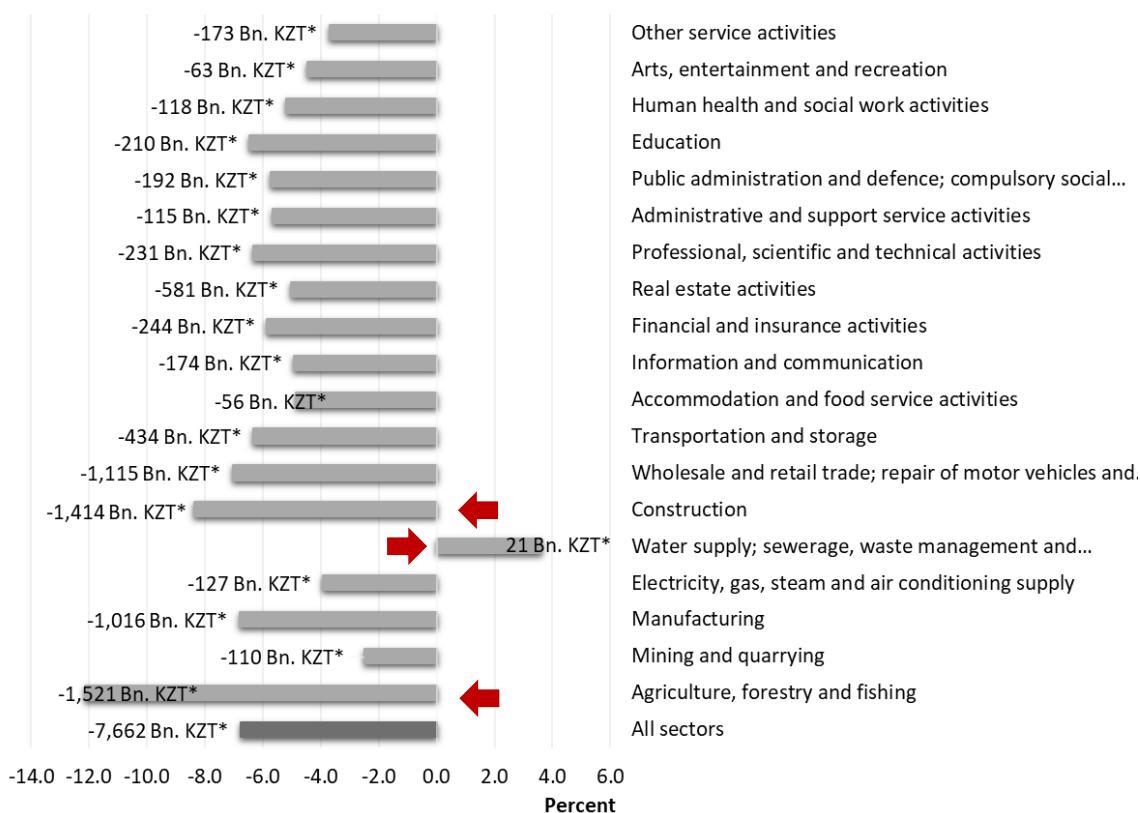


Рисунок 14. Сценарий SSP5-8.5: реальное производство по секторам экономики в 2050 году, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах (ось x) и млрд тг (*)

Источник: Собственная иллюстрация на основе e3.kz

Общая занятость в 2050 году снизится на -1,8% или 187 000 человек по сравнению с ситуацией без изменения климата. Следует отметить, что не предполагается приостановка работы персонала из-за жары, но вышеупомянутые эффекты оказывают влияние на занятость в отраслевом производстве. Чем выше эффект на производство и чем выше производительность труда в отрасли, тем выше эффект изменения занятости. Как показано Рисунок 15, больше всего пострадают сельскохозяйственный сектор и частный сектор (включая торговлю и транспорт). Водный сектор получает выгоду в виде рабочих мест, что не видно на графике, так как он является частью сектора "энергия и вода".

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

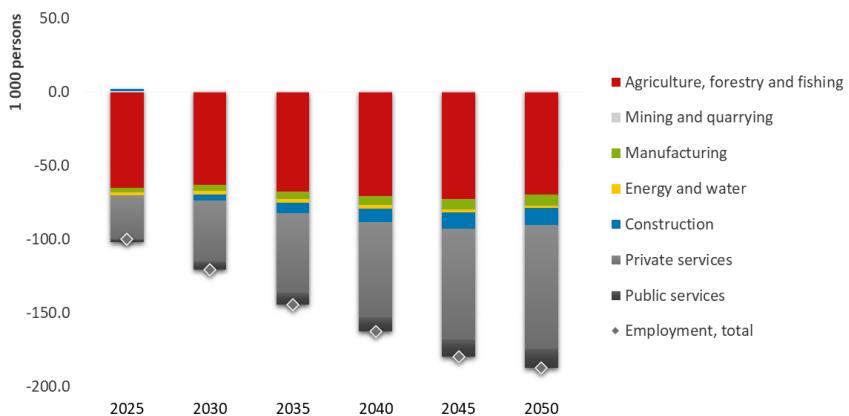


Рисунок 15. Сценарий SSP5-8.5: занятость по видам экономической деятельности, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в тыс. чел.

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Анализ занятости с учетом гендерного фактора показывает, что работники-мужчины подвержены большему влиянию, чем работники-женщины, поскольку мужчины доминируют в таких видах экономической деятельности, как строительство, торговля и производство, которые подвержены влиянию изменения климата, рассматриваемого в рамках данного сценария (Рисунок 16).

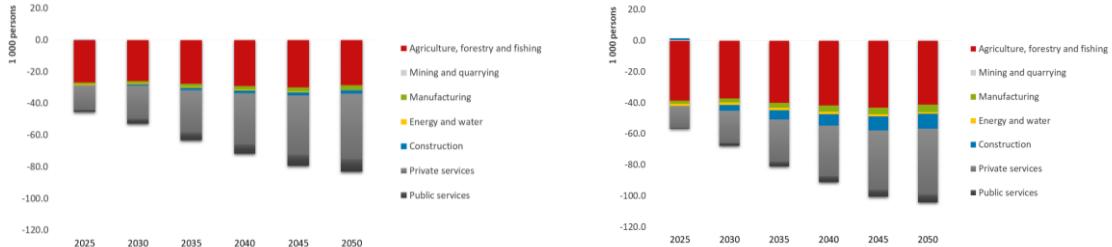


Рисунок 16. Сценарий SSP5-8.5: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) на 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Ограниченный экономический рост приводит к снижению общего спроса на энергию (1,8% или 1 150 тыс. т.н.э.), но в жилом секторе наблюдается повышенный спрос на охлаждение (до 1,5% или 44 тыс. т.н.э.). В государственном и коммерческом секторах дополнительный спрос на охлаждение компенсируется замедлением экономической активности, что приводит к снижению общего спроса на энергию до -4,4% или 373 ктэ. В других секторах, таких как транспорт, также наблюдается снижение спроса на энергию по сравнению с ситуацией без изменения климата (-3,4% или 308 тыс. т.н.э., Рисунок 17).

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz



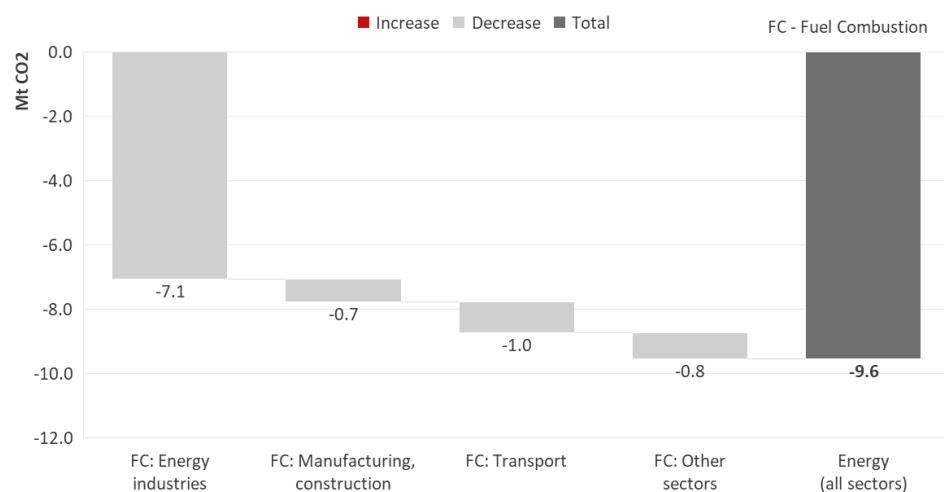
Рисунок 17. Сценарий SSP5-8.5: спрос на энергию, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Благодаря снижению спроса на энергию требуется меньше топлива для производства энергии, такой как тепло, электричество и нефтепродукты. Хотя спрос на электроэнергию увеличивается в периоды аномальной жары, это компенсируется снижением спроса на энергию, необходимую для производственных процессов.

Однако во время жары и засухи производство энергии ограничивается из-за недостаточного охлаждения и низкого уровня воды. Таким образом, производство электроэнергии на ГЭС и ТЭЦ должно компенсироваться импортом (как предполагается в данном сценарии) или производством электроэнергии на газовых электростанциях при наличии достаточных мощностей.

Все сектора снижают выбросы в результате ограничения экономического роста и спроса на энергию, что приводит к снижению выбросов CO₂ (-2,8% или 9,6 Мт CO₂, Рисунок 18).



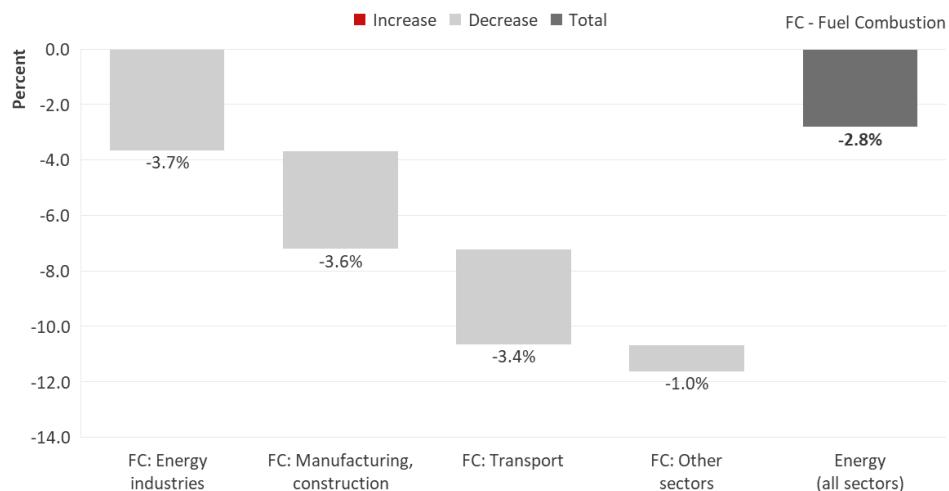


Рисунок 18. Сценарий SSP8-8.5: Выбросы CO₂, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в млн. тонн CO₂ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

4.3 Сравнительное представление результатов для сценариев SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

Сравнительное представление трех сценариев ПСП и их воздействия на всю экономику показывает различия, обусловленные частотой и интенсивностью наводнений, засух и тепловых волн. Как показано на Рисунок 12, засухи всех трех категорий интенсивности (низкая, средняя и высокая) будут происходить примерно с одинаковой частотой и интенсивностью. Для тепловых волн частота незначительно отличается для событий средней и высокой интенсивности. Для событий низкой интенсивности различия более очевидны в ближайшие десятилетия, но до 2050 года они становятся более схожими. Для наводнений различия между SSP1-2.6 и SSP2-4.5 несколько отличаются, но интересно, что частота событий средней и высокой интенсивности выше для SSP1-2.6 по сравнению с SSP2-4.5. Ожидается, что частота событий низкой интенсивности будет увеличиваться при снижении глобальных амбиций по защите климата.

Как и ожидалось, последствия для макроэкономики и секторов экономики наиболее значительны для SSP5-8.5, которые показывают постоянно ухудшающееся воздействие на ВВП до 2050 года, достигая -6,5% в реальном ВВП по сравнению с гипотетической ситуацией без изменения климата (Рисунок 19, внизу слева). Сельское хозяйство, строительство и частные услуги подвергаются наибольшему воздействию, главным образом из-за негативного влияния на сельское хозяйство и последствий для производительности труда во многих секторах, в частности в секторах, связанных с деятельностью на открытом воздухе.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

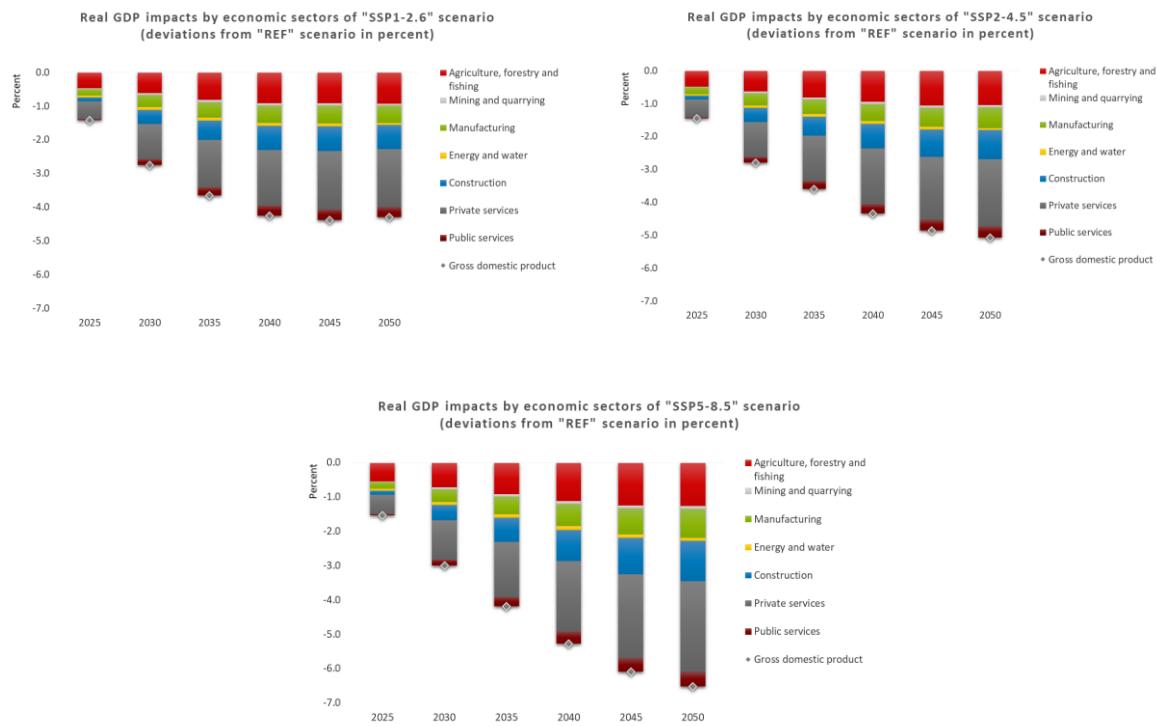


Рисунок 19. Сценарии SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5: Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики, 2025-2050 годы, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Подводя итог, можно сказать, что изменение климата влияет на ключевые сектора экономики, что ставит под угрозу продовольственную и энергетическую безопасность. Ограничение экспорта и ухудшение производственных процессов в Казахстане приводят к росту импорта, что увеличивает зависимость от других стран. Помимо негативных экономических последствий, люди будут страдать от теплового стресса, тепловых ударов и других заболеваний, связанных с жарой и смертью. Таким образом, правительство должно предотвратить повторение опасных климатических явлений, чтобы избежать повторных расходов на борьбу с ними и защитить население и экономику Казахстана.

Наименьшее экономическое воздействие ожидается для сценария SSP1-2.6, который предполагает глобальные мероприятия по защите климата и, соответственно, снижение концентрации парниковых газов в атмосфере. Он также показывает замедление экономической активности, которая несколько стабилизируется с 2040 года и далее на уровне -4,4% (Рисунок 19, вверху слева).

Макроэкономические результаты для сценария SSP2-4.5 находятся между двумя другими сценариями SSP. Реальный ВВП замедляется и достигает -5,1% к 2050 году (Рисунок 19, вверху справа).

Что касается воздействия на ВВП, то результаты для SSP2-4.5 и SSP 5-8.5 находятся в пределах диапазона других исследований, анализирующих экономические последствия изменения климата (Таблица 3). Для SSP1-2.6 воздействие на ВВП выше, что объясняется главным образом тем, что частота рассматриваемых опасных климатических явлений в 2050 году в целом одинакова.

Таблица 3. Потери ВВП на душу населения в% в 2050 году

Источник	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Кahn и др., 2019	-1.5%	-	от -4,7% до -9,3%
Wайделих и др., 2024	-	от -4,1% до -5,5%	-7.3%
Всемирный банк, 2022 год	-1%	-1.2%	-1.6%

Источник: Kahn et al., 2019; Waidelich et al, 2024, World Bank, 2022

Рисунок 20 представлены основные результаты для всех сценариев ПСП в 2050 году в сравнении с базовым сценарием REF. Чем сильнее воздействие на ВВП и секторы экономики, тем сильнее реакция на занятость, общий конечный спрос на энергию и выбросы CO₂. С гендерной точки зрения изменение климата в большей степени влияет на занятость мужчин, чем на занятость женщин.

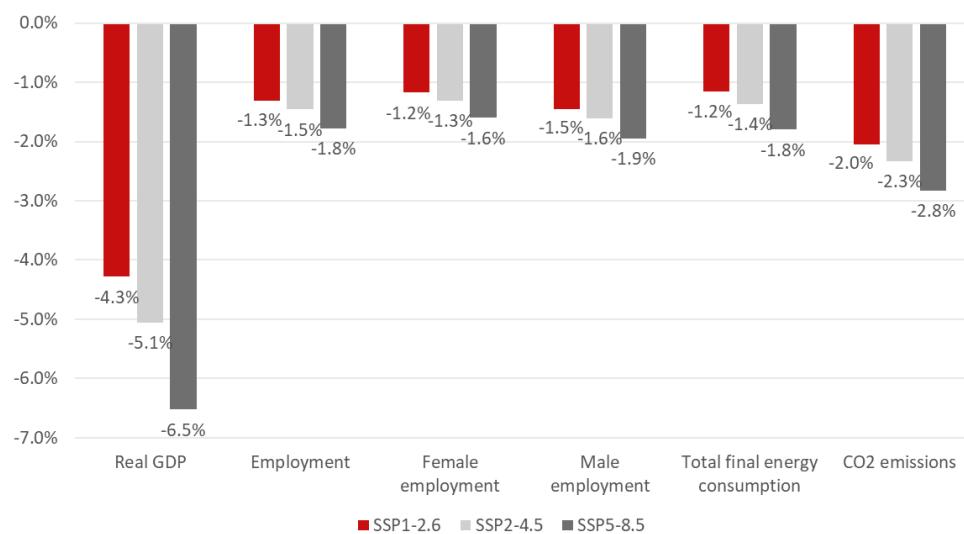


Рисунок 20. Сценарии SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5: Основные воздействия, год 2050, отклонения от гипотетического сценария "Без изменения климата" (REF) в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5 ЭКОНОМИКА АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Объяснения, приведенные в предыдущем разделе, показали, что Казахстан очень уязвим к изменению климата, в частности к засухам, наводнениям и тепловым волнам, что в наибольшей степени влияет на сельское хозяйство, энергетику и инфраструктуру (например, здания).

Важно, чтобы Казахстан был хорошо подготовлен к снижению воздействия изменения климата, которое в будущем станет еще более частым и интенсивным, путем принятия соответствующих мер по адаптации. Существуют различные варианты адаптации (например, Всемирный банк 2024b). Совместно с казахстанскими экспертами и политическими партнерами были отобраны наиболее актуальные из них и, прежде всего, детально изучены путем проведения анализа затрат и выгод (СВА) по конкретным секторам.

Впоследствии результаты СВА были введены в модель e3.kz, анализирующую воздействие варианта адаптации на всю экономику. Результаты макроэкономического анализа показывают не только прямое воздействие, но и косвенные и (нежелательные) обратные связи для макроэкономики и различных секторов экономики. Таким образом, лица, принимающие решения, могут определить те меры, которые являются высокоэффективными и, как ожидается, окажут положительное воздействие на экономику, занятость и окружающую среду (беспрогрызные варианты).

Выбранные варианты адаптации, результаты которых представлены ниже, являются:

- › Повышение энергоэффективности общественных и жилых зданий
- › Усиление защиты от наводнений за счет создания контррегулирующих водохранилищ с применением в сельском хозяйстве
- › Природоохранное земледелие
- › Стимулы для устойчивого управления пастбищами

5.1 Повышение энергоэффективности общественных и жилых зданий

Казахстан становится все более уязвимым к экстремальным температурам - очень низким в зимний сезон и очень высоким в летний - что приводит к росту спроса на системы кондиционирования воздуха и электроэнергию в сезон охлаждения и к росту спроса на тепло в отопительный сезон, длиющийся около шести месяцев (GIZ, 2025b; World Bank & ADB, 2021).

Из-за старения и энергонеэффективности зданий потребление энергии строительным фондом Казахстана составляет 270 кВт·ч/м², что более чем в два раза превышает средний европейский показатель в 100-120 кВт·ч/м² (Всемирный банк, 2022). Более 90% общественных зданий не соответствуют требуемым стандартам энергоэффективности, а более половины жилых домов недостаточно утеплены (ВЕ, 2025c). В результате общее конечное потребление энергии в жилом секторе составит 14 млн т н.э., а в общественном секторе и сфере услуг - 6 млн т н.э. по состоянию на 2023 год (QAZSTAT, 2024).

Повышение энергоэффективности зданий помогает снизить тепловой стресс и сократить затраты энергии на отопление и охлаждение зданий, а также обеспечивает соблюдение казахстанского закона об энергосбережении и повышении энергоэффективности. Кроме того, повышение энергоэффективности обеспечивает беспрогрызные решения для смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним в условиях растущего спроса на энергию и соответствующих ограничений на ее поставку в связи с изменением климата.

Смягчение последствий изменения климата направлено на снижение выбросов CO₂ за счет повышения энергоэффективности и/или замены ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии в различных секторах. Если меры по повышению энергоэффективности принимаются в строительном секторе, они одновременно способствуют адаптации к изменению климата и смягчению его последствий. Во время сильной жары можно сократить потери производительности труда, а во время экстремальных температур можно свести к минимуму проблемы со здоровьем. Кроме того, в периоды экстремального холода и экстремальной жары спрос на энергию может быть ограничен, что также помогает лучше сбалансировать спрос и предложение энергии. Электростанции, требующие большого количества воды, такие как гидроэлектростанции и тепловые электростанции, работающие на охлаждающей воде, демонстрируют более низкий потенциал выработки энергии во время экстремальной жары.

5.1.1 Настройки сценария

Предположения о повышении энергоэффективности зданий по сценарию "ЕЕ" взяты из СВА, проведенного компанией AvantGarde (2025), которая более детально проанализировала затраты и выгоды для общественных и жилых зданий.

Результаты СВА, которые обобщены в Таблица 4, внедрены в модель e3.kz для анализа воздействия адаптационных мер на всю экономику, что выходит за рамки анализа отдельных секторов.

Таблица 4. Сводка результатов СВА для повышения энергоэффективности в строительном секторе на основе климатического сценария SSP1-2.6

Адаптационные меры	Накопленные инвестиции	Накопленные выгоды от адаптации (указано иное)
Повышение энерго-эффективности жилых зданий	<ul style="list-style-type: none"> Капитальные вложения на реконструкцию (2,6 тыс. тенге; государство несет расходы на 50% от инвестиций)¹ Операционные расходы (70 млрд. тенге)¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Меньшее потребление тепла в (-7,069 ктэ)¹ Снижение потребления электроэнергии летом к 2050 году (-0,5%)⁽²⁾ (3) (4) Экономия ископаемого топлива открывает возможности для экспорта (1,4 трлн. тенге)¹ Экономия расходов на здравоохранение (500 млрд. тенге)¹ За вычетом ремонта и замены оборудования в связи с модернизацией (871 млрд. тенге)¹
Повышение энерго-эффективности общественных зданий	<ul style="list-style-type: none"> Капитальные вложения на реконструкцию (0,28 тыс. тенге; государство полностью берет на себя расходы по инвестициям)¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Меньшее потребление тепла в зимний период (-984 ктэ)¹ Меньшее потребление электроэнергии в летний период (-0,5%)^{(2, 3) (4)} Экономия на ископаемом топливе открывает возможности для экспорта (35 млрд. тенге)

- Операционные расходы (11 млрд. тенге)¹
- Экономия расходов на здравоохранение (30 млрд. тенге)¹
- За вычетом ремонта и замены оборудования в связи с модернизацией (210 млрд. тенге)¹
- Меньше потерь производительности труда в государственном секторе из-за изоляции (50%)

Источник: ¹AdvantGarde (2025), ²Zhaosong et al (2014), ³GIZ (2025b), ⁴С учетом предполагаемой доли в 1/3 потребления электроэнергии, приходящейся на кондиционирование воздуха.

Затраты и выгоды этого варианта адаптации были рассчитаны в соответствии со сценарием SSP1-2.6, который является менее жестким сценарием в отношении концентрации выбросов ГГ и повышения температуры. Поэтому предположения относительно выгод при тех же инвестициях (затратах) должны быть скорректированы для SSP2-4.5 и SSP5-8.5. Поскольку доказательств нет или мало, были сделаны следующие предположения о корректировке выгод (Таблица 5):

Таблица 5. Корректировка выгод при различных климатических сценариях

Преимущество адаптации	SSP1-2.6 (основа для СВА)	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Меньшее потребление тепла зимой	100%	101.5%	105%
Меньшее потребление электроэнергии в летний период	100%	95%	82.6%
Экономия на ископаемом топливе открывает возможности для экспорта	100%	100%	100%
Экономия расходов на здравоохранение	100%	110%	120%
Меньше ремонта и замены оборудования в связи с модернизацией	100%	100%	100%
Производительность труда в государственном секторе	100%	95%	82.6%

Источник: Собственные предположения

При сценарии SSP, предполагающем повышение температуры, экономия тепла будет еще выше по сравнению с SSP1-2.6. В сценариях SSP2-4.5 и SSP5-8.5 количество градусо-дней отопления сократится на 1,5% или 4,9% по сравнению со сценарием SSP1-2.6 в период 2040-2059 гг. Напротив, экономия электроэнергии при охлаждении будет ниже, так как количество градусо-дней охлаждения увеличится на 5,1% или 17,4% в период 2040-2059 годов (World Bank⁸). В зависимости от экономии ископаемого топлива появляются возможности для экспорта

Ожидается, что производительность труда будет следовать за развитием числа градусо-дней охлаждения, что приведет к уменьшению выгоды при повышении температуры.

Ожидается, что расходы на здравоохранение снизятся по сравнению с SSP1-2.6 в связи с улучшением качества жизни. Расходы на ремонт и замену оборудования в результате модернизации останутся на прежнем уровне, поскольку они связаны с инвестициями в повышение энергоэффективности, которые будут такими же, как предполагалось в СВА по сценарию SSP1-2.6.

⁸ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/kazakhstan/climate-data-projections> (загружено 12 февраля 2025 года)

В следующем разделе описываются результаты этой меры адаптации в рамках SSP1-2.6, поскольку это было базовым предположением для СВА. Затем вкратце представлены результаты для SSP2-4.5 и SSP5-8.5.

5.1.2 Результаты моделирования в рамках SSP1-2.6

Макроэкономический эффект от повышения энергоэффективности в жилых и общественных зданиях положительный и достигает 0,2% в год. Инвестиции увеличиваются на 0,16% в год в связи с реконструкцией общественных зданий и общим ростом экономической активности. Поскольку жилые дома почти полностью принадлежат частным домохозяйствам, потребительские расходы частных домохозяйств меняются в зависимости от целей. Расходы на мероприятия по теплоизоляции увеличиваются в период реализации меры. После успешной реализации частные домохозяйства получают выгоду, поскольку тратят меньше на энергию, а также на ремонт и замену техники в связи с модернизацией здания. В целом, потребительские расходы частных домохозяйств увеличиваются на 0,25% или 88 млрд. тенге выше за счет увеличения количества рабочих мест и доходов по сравнению со сценарием с изменением климата (SSP1-2.6) и без адаптации (Рисунок 21). Если предположить, что финансовая поддержка государством мер по адаптации осуществляется за счет других статей государственного бюджета, то государственные расходы на потребление снизятся максимум на 0,8% или 60 млрд. тенге. ТЕНГЕ. Однако правительство также получает выгоду от снижения затрат на электроэнергию в общественных зданиях, экономии расходов на здравоохранение и более высоких цен на энергию на мировом рынке по сравнению с более низкими внутренними тарифами, что со временем компенсирует финансовую поддержку правительства на защиту климата.

Возможности экспорта высвободившихся энергоносителей - в основном угля и газа - могут увеличить общий объем экспорта на 0,1% или 16 млрд. ТЕНГЕ. Импорт несколько выше по сравнению со сценарием с изменением климата (SSP1-2.6) и без адаптации к 2050 году, что обусловлено экономическим ростом и зависимостью от импорта.

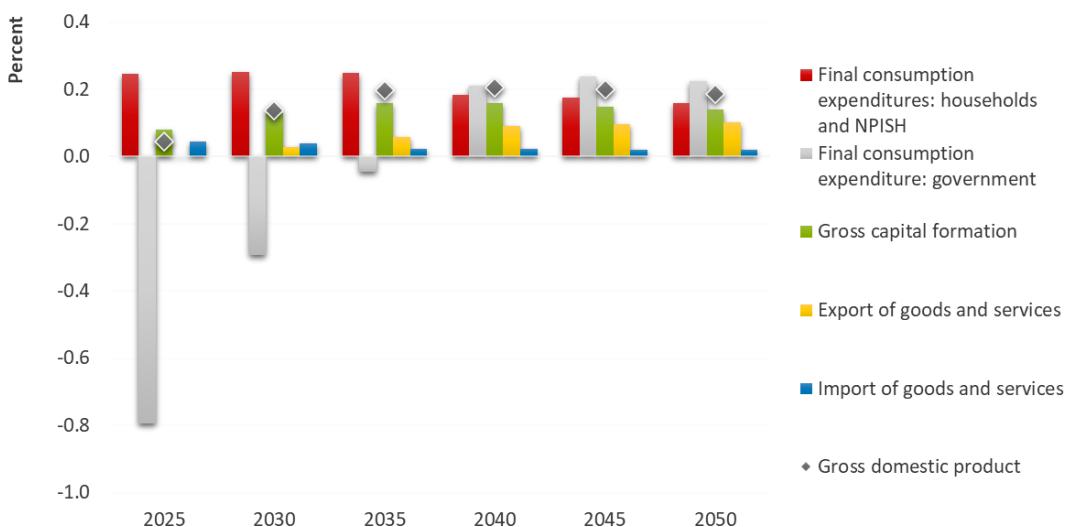


Рисунок 21. Макроэкономические последствия сценария "SSP1-2.6_EE", 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Воздействие на реальное производство для секторов экономики разнообразно (Рисунок 22): в период реализации меры строительный сектор и сектора экономики, входящие в цепочку поставок (например, производство неметаллических минералов), получают выгоду от увеличения объема работ по реконструкции. После успешной реализации проекта спрос на энергию в отремонтированных зданиях, а также спрос на станки (часть "Производство") и медицинские услуги для людей замедляется, что и предполагается данной мерой. Последнее дает финансовую возможность правительству увеличить расходы на государственные административные и оборонные услуги; услуги обязательного социального страхования. Кроме того, благодаря улучшению теплоизоляции общественных зданий, производительность труда в государственном секторе повышается в период аномальной жары.

Кроме того, расходы частных домохозяйств на ремонт все чаще компенсируются снижением расходов на электроэнергию, что оставляет финансовые возможности для дополнительных неосновных видов деятельности (например, для размещения и питания).

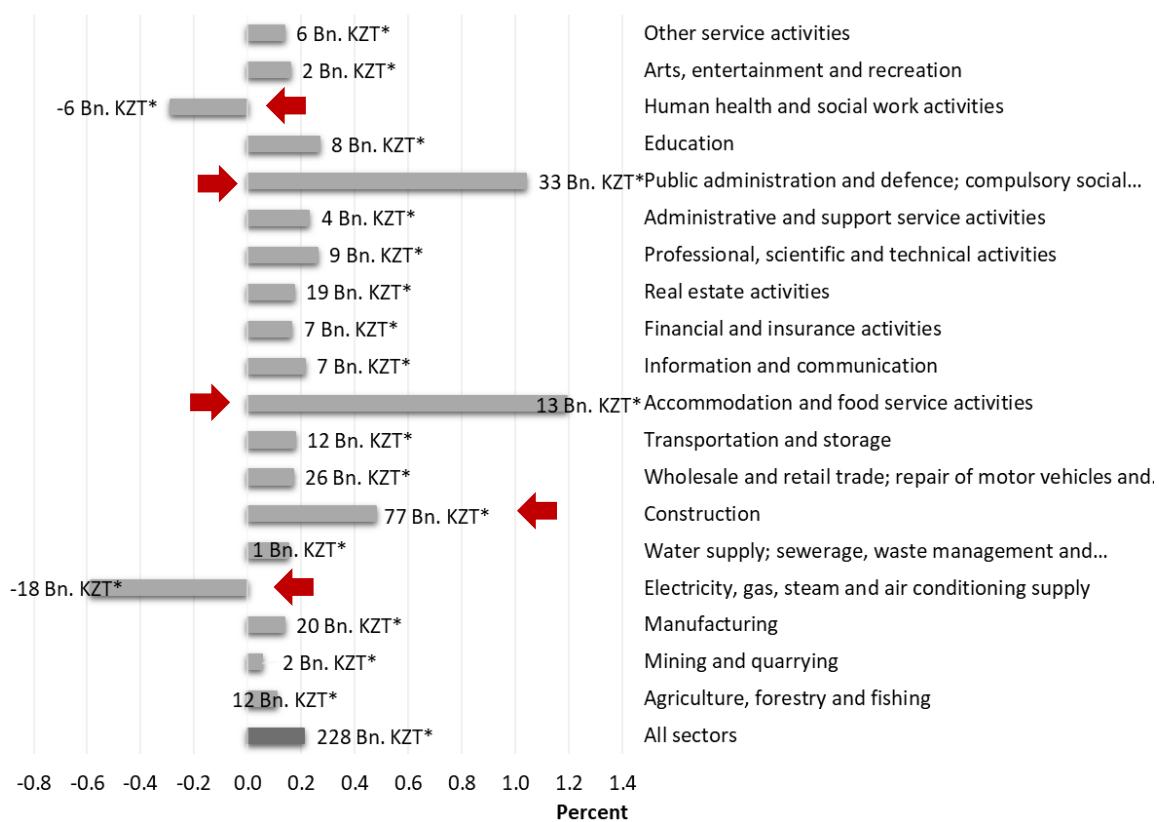


Рисунок 22. Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на реальное производство по секторам экономики, 2050 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в процентах (ось x) и соответствующие млрд.тг. (*)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Вслед за ростом экономической активности ускоряется рост занятости, что приводит к увеличению числа занятых до 8 700 человек в год по сравнению с ситуацией без адаптации и изменения климата в рамках SSP1-2.6 (Рисунок 23). Наибольшие выгоды получают люди, занятые в строительстве, в то время как занятость в сфере государственного управления (часть "Государственные услуги") и частного обслуживания замедляется, особенно в начале периода моделирования. В это время

финансовая поддержка со стороны государства оказывается за счет государственного управления, что приводит к снижению расходов и, соответственно, замедлению активности и рабочих мест. Аналогичным образом, частные домохозяйства переносят свои расходы с неосновных видов деятельности, таких как размещение и питание (часть "Частные услуги"), на те, которые необходимы для проведения ремонтных работ. Эти эффекты сменятся на противоположные к 2050 году. Лица, работающие в сфере размещения и питания, со временем получают прибыль за счет высвободившихся в результате экономии энергии денег, которые, как предполагается, будут потрачены на неосновные расходы.

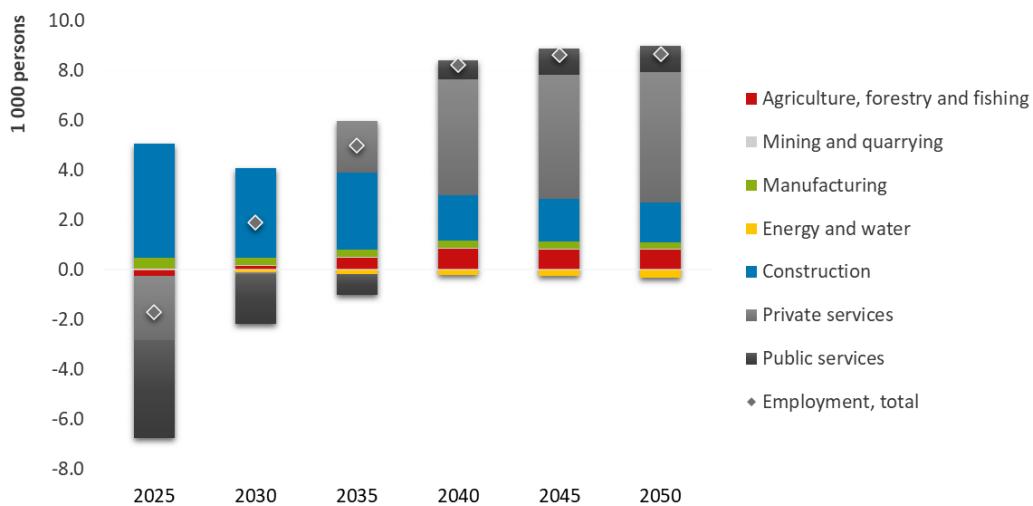


Рисунок 23. Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на занятость по секторам экономики, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Во-первых, негативное влияние оказывают женщины, занятые в сфере услуг, где в первое десятилетие наблюдается замедление, но затем наступает оживление. Мужчины в основном заняты в строительстве, что приводит к положительному эффекту для них в течение всего периода моделирования (Рисунок 24).

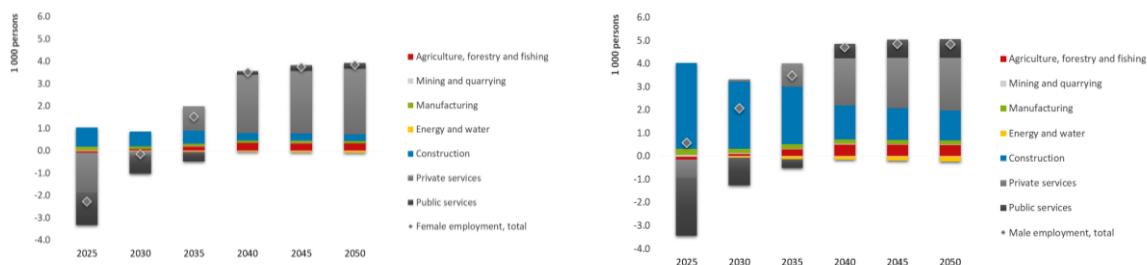


Рисунок 24. Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Повышение энергоэффективности в жилом и общественном секторе замедляет потребление электроэнергии кондиционерами, особенно во время сильной жары, а также снижает спрос на тепло зимой (-0,5% для торговли и общественных услуг и -1,4% для жилого сектора). В других секторах, таких как строительство и обрабатывающая промышленность, наблюдается незначительный рост спроса на энергию из-за более высокой экономической активности, которая препятствует сокращению потребления в жилом и государственном секторах. Общее конечное энергопотребление снизится на 0,8% или 486 тыс. т н.э. по сравнению со сценарием с изменением климата (SSP1-2.6) и без адаптации. В частности, может быть снижен спрос на природный газ, уголь и централизованное теплоснабжение (Рисунок 25).

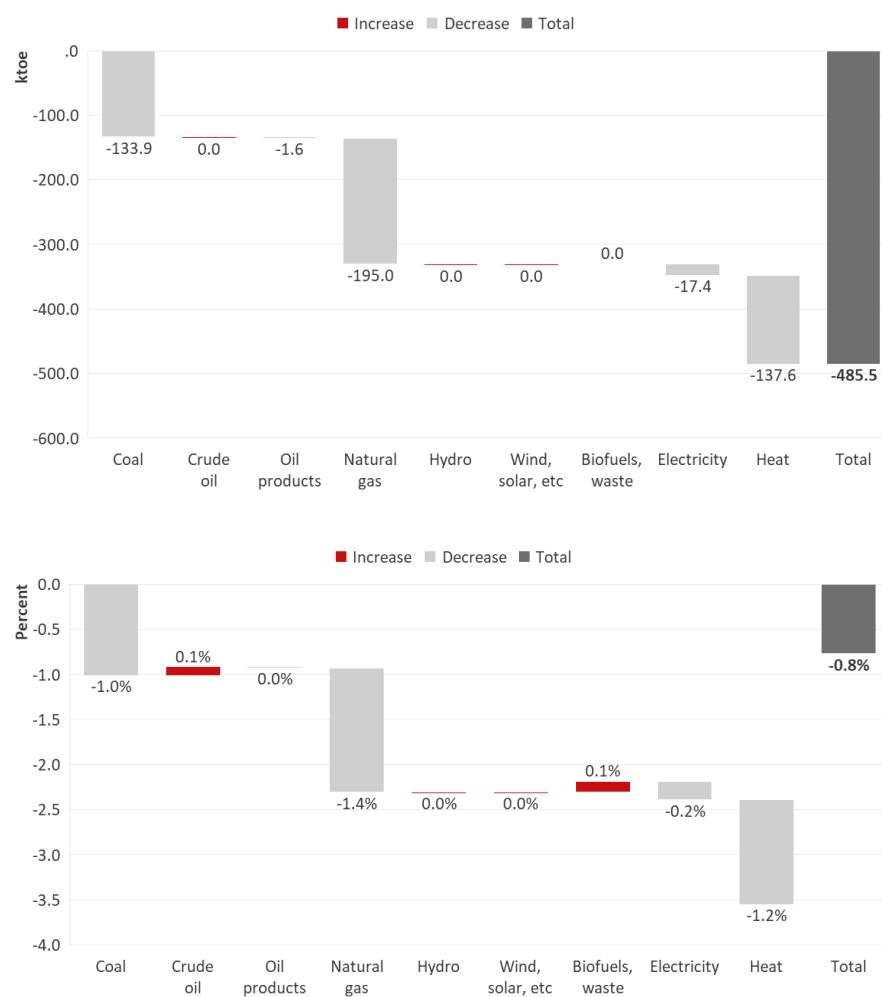


Рисунок 25. Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на ТФЕС, 2050 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в ктэ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Замедление темпов роста энергетики приводит к положительному эффекту для выбросов CO₂, которые также замедляются, и в результате -0,6% или -1,9 Мт CO₂ вносят вклад в достижение общей цели по сокращению выбросов. Наибольший вклад вносят другие сектора, включая жилой сектор, за которым следуют энергетические отрасли (Рисунок 26). Поскольку спрос на централизованное тепло и электроэнергию ниже по сравнению с ситуацией без адаптации, энергетическим отраслям требуется меньше ископаемого топлива для выработки тепла и электроэнергии. Выбросы CO₂ в

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

строительном, производственном и транспортном секторах несколько увеличиваются вслед за экономической активностью. В этих секторах не принимаются меры по защите климата.

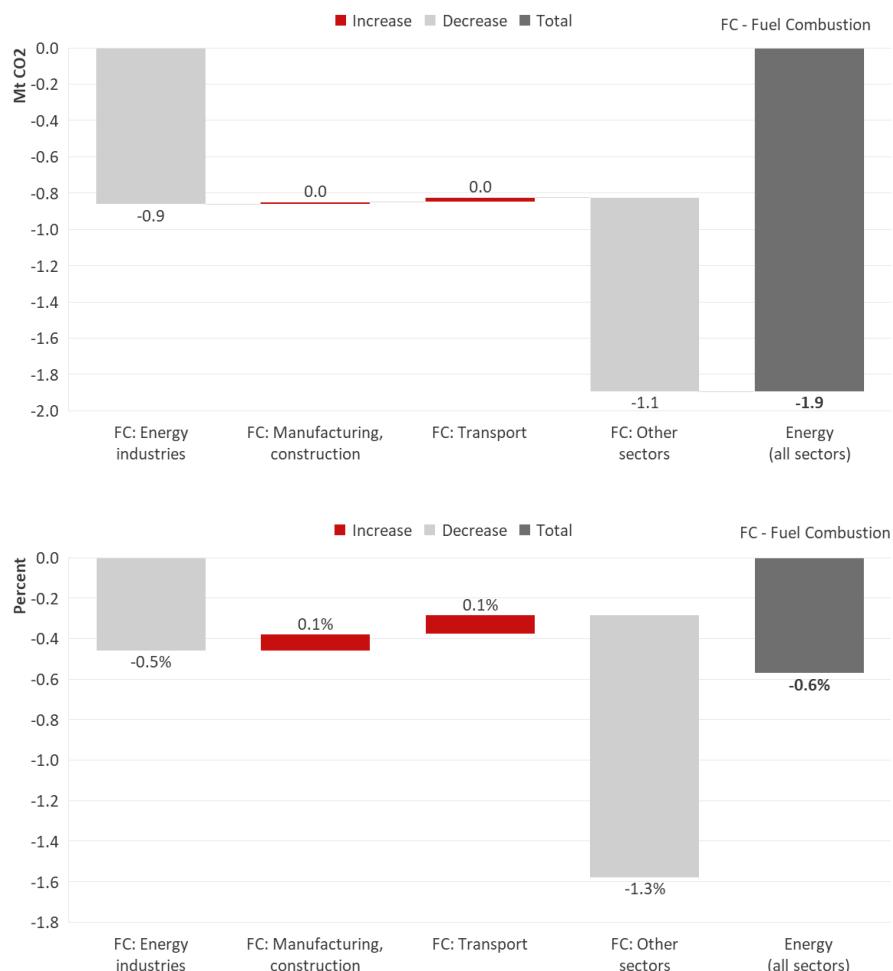


Рисунок 26. Влияние сценария "SSP1-2.6_EE" на выбросы CO_2 , 2030 год, отклонения от сценария "SSP1-2.6" в кт CO_2 (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.1.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

В зависимости от климатического сценария различаются интенсивность и частота опасных климатических явлений, а значит, и экономические последствия (см. Глава 4). Аналогичным образом, меры по адаптации дают разные выгоды от инвестиций при разных климатических сценариях. Рисунок 27 представлены результаты для ВВП по секторам экономики для всех сценариев SSP_EE.

Цепочки воздействия, описанные в предыдущем разделе, одинаковы. Основное различие заключается в том, что оговоренные выгоды, определенные в СВА в рамках SSP1-2.6, либо больше, либо меньше в зависимости от выгоды (см. Таблица 5). Благодаря противоположным корректировкам пособий различия между разными ПСП невелики.

Рисунок 27 показаны основные результаты для всех сценариев SSP_EE в 2050 году в сравнении с соответствующим сценарием SSP. Социально-экономические эффекты очень похожи. Незначительные различия наблюдаются для общего конечного потребления энергии и выбросов CO₂. При повышении температуры можно ожидать большей экономии энергии в зимний период. Эффект от спроса на электроэнергию, связанного с охлаждением в летнее время, ограничен из-за периода охлаждения, который длится всего три месяца, и небольшого количества установленных систем кондиционирования. Однако последний эффект трудно оценить, поскольку нет надежных данных (AvantGarde, 2025).

Подводя итог, можно сказать, что инвестиции в повышение энергоэффективности зданий полезны для экономики и окружающей среды. Стимулирование внутренних видов деятельности, таких как строительство, создает рабочие места в течение периода реализации. Такая мера создает сопутствующие выгоды для смягчения последствий и адаптации: Она помогает стабилизировать спрос на энергию во время экстремальной жары и экстремального холода и, таким образом, поддерживает энергетическую безопасность в условиях изменения климата. Кроме того, она способствует выполнению климатических обязательств Казахстана по сокращению выбросов CO₂.

Модернизация инфраструктуры занимает много времени, поэтому в год можно отремонтировать только определенную часть зданий (AvantGarde, 2025). С одной стороны, это ограничивает положительный эффект в год, но с другой стороны, положительный эффект растягивается на более длительный период времени, особенно с учетом недостаточного количества квалифицированных работников, необходимых для проведения работ (Tengrinews, 2025)

Несмотря на то, что реконструкция требует затрат, эти инвестиции, скорее всего, будут "в любом случае" затратами, которые Казахстан должен будет потратить на замену устаревшей инфраструктуры. Экономические последствия будут еще лучше, если международные доноры окажут финансовую поддержку амбициям Казахстана в области смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Рассмотрение вопроса о налогообложении углерода также может создать дополнительные средства для финансирования адаптации, но схема налогообложения углерода должна предусматривать финансовое бремя для населения и промышленности.

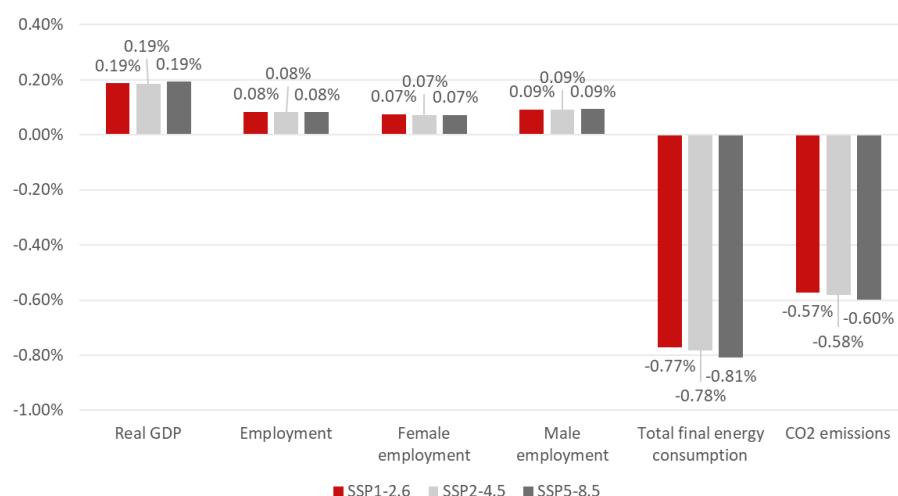


Рисунок 27. Сценарии "SSP1-2.6_EE", "SSP2-4.5_EE" и "SSP5-8.5_EE": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.2 Усиление защиты от наводнений за счет создания контррегулирующих водохранилищ с применением в сельском хозяйстве

Экстремальные осадки и таяние ледников являются основными причинами усиления наводнений в Казахстане, которые представляют собой серьезный риск для населения и экономики. Ожидается, что наводнения станут более частыми и интенсивными, особенно при наиболее суровом климатическом сценарии SSP5-8.5. Это затронет многие отрасли: Эрозия почвы и деградация земель влияют на продуктивность сельского хозяйства и поголовье скота в затопленных районах. Наводнения также наносят ущерб инфраструктуре, такой как здания, мосты, дороги и физическая инфраструктура, необходимая для производства и передачи энергии. Нарушение энергоснабжения может привести к экономическим потерям в других секторах из-за перебоев в подаче электроэнергии.

Существуют различные варианты предотвращения наводнений, такие как инвестиции в защитную инфраструктуру, например дамбы, водохранилища и дренажные сооружения. В следующем сценарии рассматриваются многоцелевые объекты водной инфраструктуры, такие как водохранилища. С одной стороны, они снижают риск затопления, собирая излишки воды. С другой стороны, многоцелевые водохранилища могут быть полезны для сельского хозяйства, поскольку увеличивают доступность воды для орошения во время засухи и для дополнительных обрабатываемых земель.

Этот вариант адаптации был выбран для дальнейшего анализа, поскольку правительство Казахстана и Исламский банк развития, например, запланировали подобные "серые" инфраструктурные решения. Однако следует рассмотреть и природные ("зеленые") решения, поскольку они также обеспечивают экологические преимущества. Варианты адаптации "зеленой" и "серой" инфраструктуры сначала должны быть проанализированы по отдельности на предмет их воздействия на экосистему, включая стратегические экологические оценки. Затем их можно проанализировать с точки зрения воздействия на экономику в целом, для чего необходимы количественные оценки затрат и выгод.

Детальный анализ затрат и выгод был проведен национальными экспертами при поддержке Казахского института экономических исследований (ERI). Затем результаты СВА (раздел 5.2.1) внедрены в модель e3.kz для оценки социально-экономических выгод в масштабах страны (раздел 5.2.2).

5.2.1 Настройки сценария

Результаты СВА, которые обобщены в Таблица 6, внедрены в модель e3.kz для анализа воздействия этой адаптационной меры на всю экономику, что выходит за рамки анализа одного сектора.

Согласно этому СВА, планируется построить 42 новых водохранилища. Кроме того, запланированы инвестиции в ирригационную инфраструктуру для увеличения площади орошаемых земель. Общий объем инвестиций составит дополнительно 311 млрд. ТЕНГЕ. Дополнительные затраты на эксплуатацию и обслуживание возникают в течение всего срока службы водохранилищ и ирригационных систем и составляют 46 млрд. тенге. ТЕНГЕ.

Учитывая обещание Исламского банка развития на COP29 поддержать климатоустойчивые проекты по развитию водных ресурсов в Казахстане в размере 1,15 млрд. USD, предполагается, что CAPEX и ОРЕХ полностью оплачиваются международными донорами и не создают финансового бремени для Казахстана.

Выгоды от этой меры адаптации можно увидеть в предотвращении ущерба инфраструктуре во время наводнений и в повышении производительности сельского хозяйства за счет дополнительных орошаемых земель.

Таблица 6. Сводка результатов СВА для "Контррегуляторных водохранилищ с применением в сельском хозяйстве (CRR)" на основе климатического сценария SSP2-4.5

Адаптационная мера	Накопленные инвестиции	Накопленные выгоды от адаптации (указано иное)
Строительство многоцелевых водохранилищ с применением в сельском хозяйстве	<ul style="list-style-type: none"> Инвестиционные затраты на строительство водохранилищ и создание ирригационной инфраструктуры (311 млрд. тенге) Эксплуатационные расходы на строительство водохранилищ (46 млрд. тенге) 	<ul style="list-style-type: none"> Снижение ущерба от наводнений (-50%) Повышение производительности сельского хозяйства за счет улучшения ирригации и увеличения количества орошаемых земель (946 млрд. тенге)

Источник: Расчеты AvantGarde и ERI.

Затраты и выгоды этого варианта адаптации были рассчитаны в соответствии со сценарием SSP2-4.5, который является средне-тяжелым сценарием в отношении концентрации выбросов ПГ и повышения температуры. Поэтому предположения о выгодах при тех же инвестициях (затратах) должны быть скорректированы для SSP1-2.6 и SSP5-8.5. Инструмент СВА позволяет корректировать вероятность наводнений при различных сценариях SSP. Вероятность берется как среднее значение (2024-2050 гг.) из Earthyield Advisories. Полученные выгоды - то есть предотвращенный ущерб от наводнений - выглядят следующим образом (Таблица 7):

Таблица 7. Корректировка выгод при различных климатических сценариях

Преимущество адаптации	SSP1-2.6	SSP2-4.5 (основа для СВА)	SSP5-8.5
Уменьшение ущерба от наводнений	1,710 млрд. KZT	1,368 млрд. KZT	1,778 млрд. KZT
Рост сельскохозяйственного производства благодаря улучшению ирригации и появлению новых орошаемых земель	100%	100%	100%

Источник: Расчеты AvantGarde и ERI.

Увеличение сельскохозяйственного производства за счет улучшения ирригации и появления новых орошаемых культивируемых земель является выгодой, не зависящей от климата, поэтому для всех климатических сценариев она будет такой же, как и для SSP2-4.5.

В следующем разделе описываются результаты этой меры адаптации в рамках SSP2-4.5, поскольку именно это предположение было основным для СВА. Затем кратко представлены результаты для SSP1-2.6 и SSP5-8.5.

5.2.2 Результаты моделирования в рамках SSP 2-4.5

Макроэкономические последствия сценария "SSP2-4.5_CCR" являются положительными. ВВП ускоряется и увеличивается на 0,14% в год по сравнению с ситуацией с изменением климата (SSP2-4.5) и без адаптации (Рисунок 28). Инвестиции увеличиваются на 0,2%, что является результатом уравновешивающих эффектов: В то время как инвестиции в водохранилища и ирригационную инфраструктуру выгодны для инвестиций, предотвращенный ущерб от наводнений для инфраструктуры снижает вынужденные инвестиции в восстановление инфраструктуры, такой как дороги, здания и мосты.

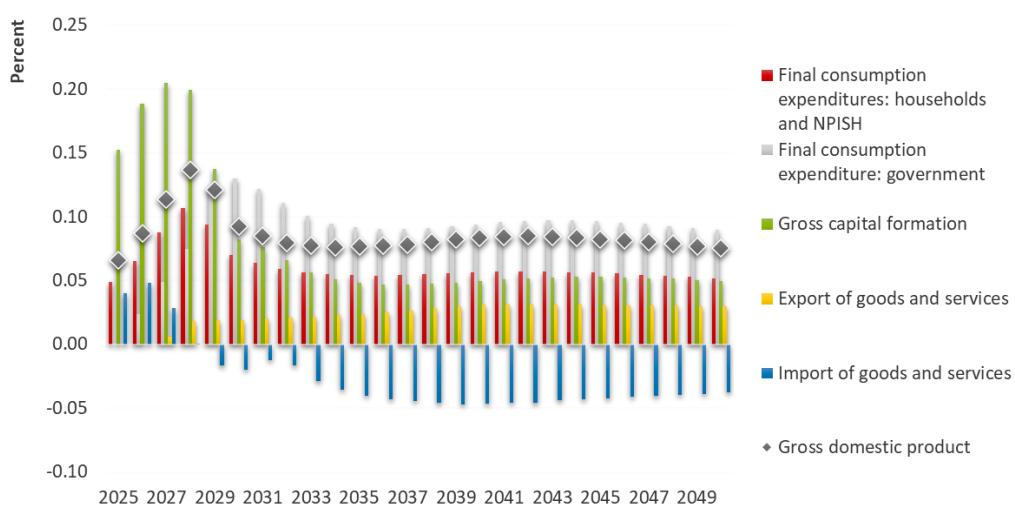


Рисунок 28 Макроэкономические последствия сценария "SSP2_4.5_CRR", 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Положительное влияние на сельское хозяйство, которое получает прибыль от дополнительных орошаемых земель и улучшения ирригации, увеличивает возможности экспорта сельскохозяйственной продукции, снижает зависимость от импорта скота и других сельскохозяйственных продуктов и, таким образом, поддерживает продовольственную безопасность

Хотя эта мера упреждающей адаптации изначально связана с более высокими инвестиционными затратами, ее выгода заключается в постоянном сокращении расходов на устранение ущерба от наводнений. И правительство, и население выигрывают в том смысле, что они могут избежать вынужденных и защитных расходов и потратить деньги на другие цели.

Государственные потребительские расходы на 0,13% в год выше, чем в ситуации без адаптации и изменения климата. Потребительские расходы домохозяйств увеличиваются на 0,1%, что обусловлено ростом доходов и числа рабочих мест.

Воздействие на секторы экономики отражает общее экономическое развитие, изменение потребительских расходов домохозяйств и государства, а также положительное влияние на сельскохозяйственный сектор: В целом, влияние на реальное производство является положительным (0,07%, Рисунок 29).

Предполагается, что правительство использовало высвободившиеся средства на дополнительные потребительские расходы по статье "Государственное управление, оборона и обязательное социальное обеспечение". Предполагается, что сокращение недобровольных расходов частных домохозяйств приводит к росту неосновных расходов на продовольственные услуги. Таким образом, реальный объем производства в этих секторах ускоряется. Для строительства экономическая активность меняется с течением времени: В начале влияние строительства водохранилищ положительно, но до 2050 года оно компенсируется за счет избежания восстановительных работ.

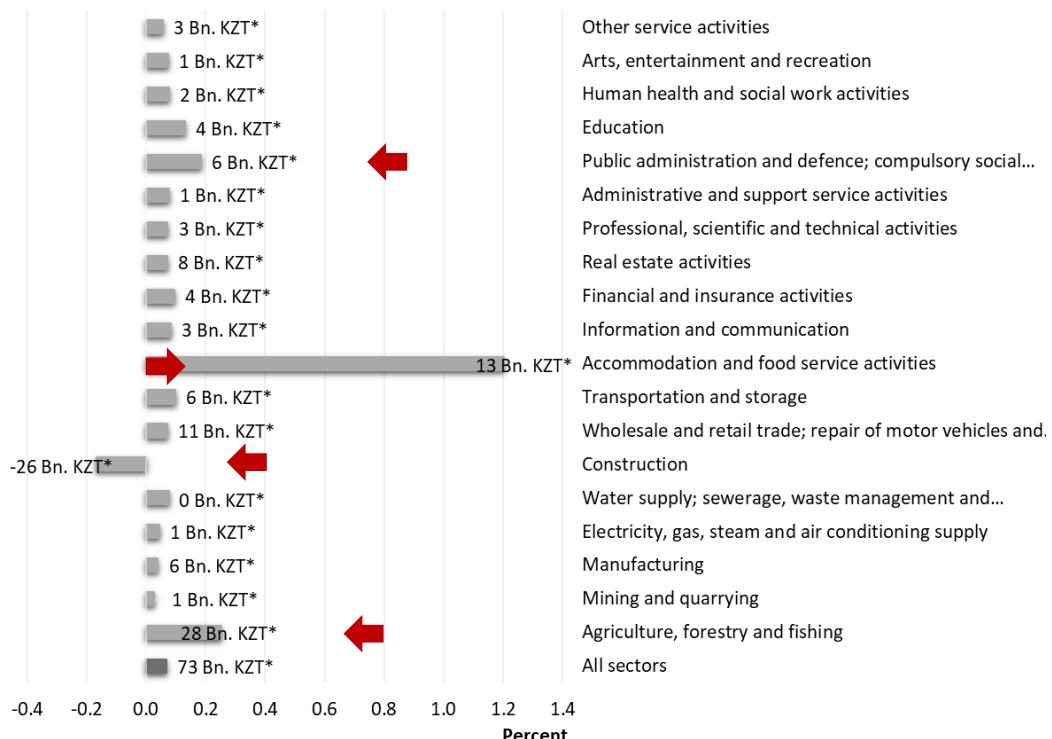


Рисунок 29 Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах (ось x) и млрд. ТЕНГЕ (*)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Воздействие на занятость обусловлено экономической активностью в секторах и их трудоемкостью. В целом занятость составит до 6,9 тыс. человек, что на 0,1% выше, чем в сценарии SSP2-4,5 (Рисунок 30). В период строительства водохранилищ спрос на работников в строительстве ускоряется. После этого проявляется эффект от предотвращения восстановительных работ и выгоды в сельском хозяйстве (до 2 639 человек в год). Частные услуги также получают прибыль за счет увеличения расходов на питание (часть частных услуг).

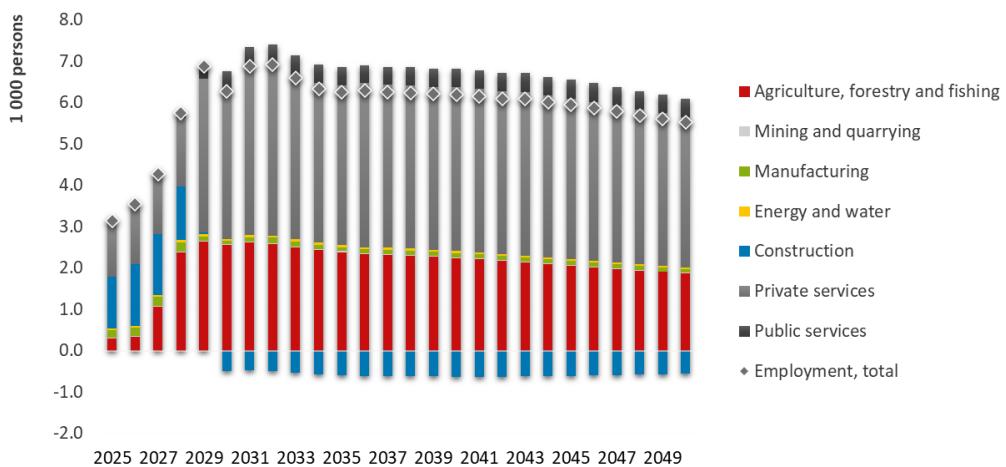


Рисунок 30. Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на занятость по видам экономической деятельности, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в 1000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Показатели занятости также положительны с гендерной точки зрения (Рисунок 31р. Мужчины и женщины получают более или менее равные выгоды от создания рабочих мест. Женская занятость в основном выигрывает от развития сектора общественного питания (часть частного сектора), в то время как на мужскую в основном влияет рост строительной активности в начале, а также сельское хозяйство в течение всего периода.

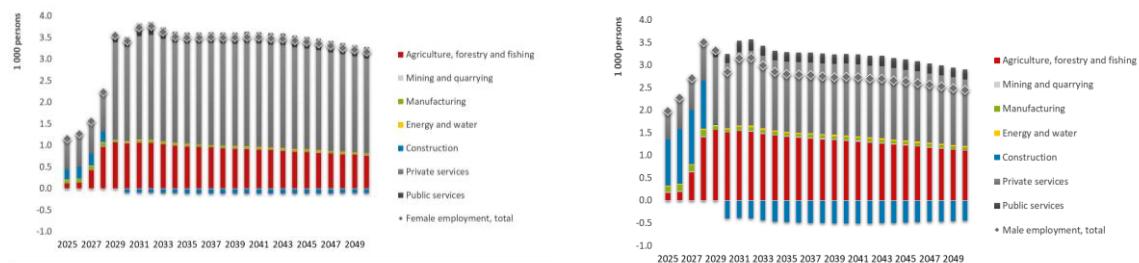


Рисунок 31 Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Спрос на энергию и выбросы CO₂ следуют за экономической активностью, которая лишь незначительно увеличивается в период реализации адаптационной меры, а затем замедляется (Рисунок 32). В целом оба эффекта незначительны, как и экономическое воздействие.

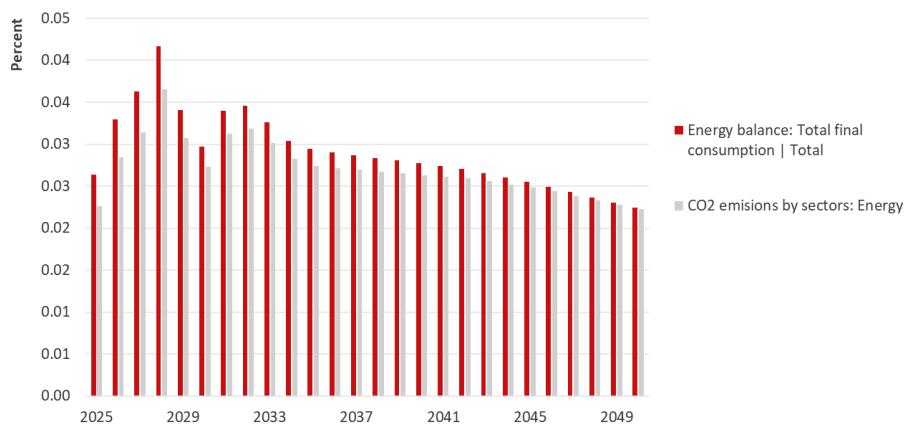


Рисунок 32 Влияние сценария "SSP2-4.5_CRR" на выбросы TFEC и CO₂, 2025 - 2050 годы, отклонения от сценария "SSP2-4.5" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.2.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

В зависимости от климатического сценария различаются интенсивность и частота опасных климатических явлений, а значит, и экономические последствия (см. Глава 4). Аналогичным образом, меры по адаптации приносят разные выгоды от инвестиций при различных климатических сценариях. Рисунок 33 приведены результаты по ВВП по секторам экономики для всех сценариев SSP_CRR, которые в целом схожи из-за допущений, сделанных при определении выгод (см. Таблица 7). Соответственно, воздействие на другие ключевые переменные модели также не сильно отличается. С гендерной точки зрения, работники-женщины получают несколько больше выгод от этой меры адаптации, чем работники-мужчины. Воздействие на энергопотребление и выбросы CO₂ большей или меньшей степени соответствует соответствующему сценарию ПСП.

В целом, контррегулирующие водохранилища не требуют больших инвестиций, но они выгодны для населения и, в частности, для сельского хозяйства. Кроме того, благодаря снижению ущерба можно избежать вынужденных (защитных) расходов. Учитывая растущую нехватку воды в одних регионах и ее избыток в других, сбор излишков воды в водохранилищах для последующего использования, например, в сельском хозяйстве, является разумным вложением средств

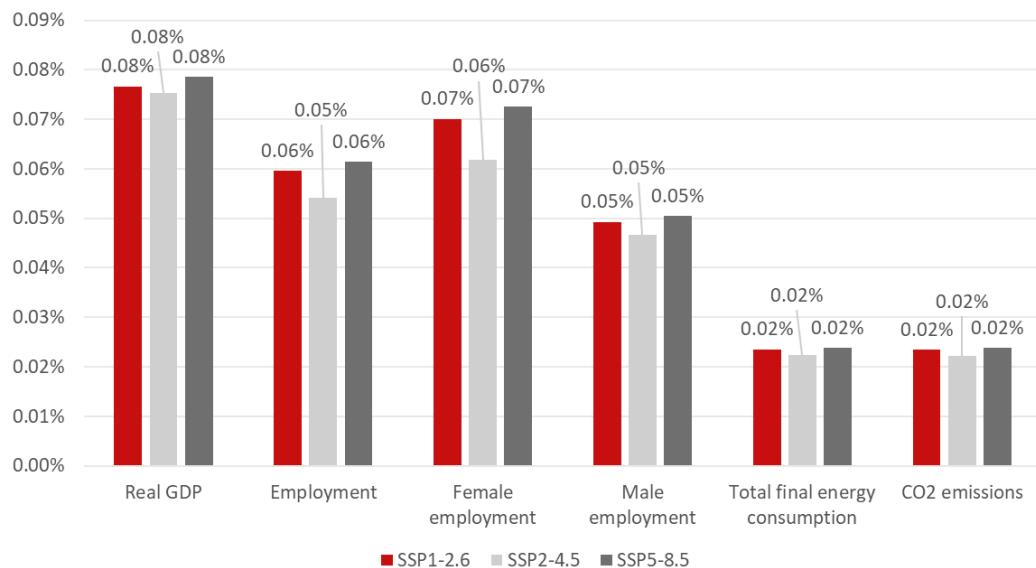


Рисунок 33 Сценарии "SSP1-2.6_CRR", "SSP2-4.5_CRR" и "SSP5-8.5_CRR": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.3 Природоохранное земледелие

Сельскохозяйственный сектор Казахстана в значительной степени подвержен влиянию таких опасных климатических явлений, как засуха и аномальная жара. В частности, сезонные культуры, такие как зерновые, рис, бобовые и т.д., составляющие 57% от общего объема сельскохозяйственной продукции, очень уязвимы к изменению климата и должны быть защищены соответствующими мерами по адаптации (GIZ, 2025b).

Возможные варианты включают использование водосберегающих технологий, контроль утечек, восстановление водной инфраструктуры и выращивание более влагоэффективных культур. Использование влагосберегающих технологий (ресурсосберегающее сельское хозяйство, безотвальное земледелие) может способствовать сохранению почвы (ПРООН, 2020; Broka et al., 2016, см. табл. 17). Каждая из этих отдельных технологий может хотя бы частично компенсировать потери урожая, вызванные изменением климата.

Сберегающее земледелие (СЗ) уже внедрено в Казахстане (2,6 из 21,3 млн га), но еще есть возможности для улучшения (Polo et al., 2022). СХ означает минимальную или нулевую обработку почвы, диверсификацию культур и покрытие почвы растительными остатками. Это требует инвестиций в новые машины и оборудование, знаний и обучения, что сопряжено с определенными затратами, но в то же время выгодно (World Bank, 2024b).

5.3.1 Настройки сценария

По данным Всемирного банка (2024b), при использовании "водосберегающих" технологий или технологий ПРЗ можно определить следующие цели:

- › Северный Казахстан может увеличить площадь ЦА на 25-50% в течение 5 лет
- › Восточная и западная зоны Казахстана могут достичь 50% площади ЦА через 5-7 лет
- › Юго-восточная и южная зоны Казахстана могут достичь 25-30% площади ЦА в течение 5 лет
- › Таким образом, через пять-семь лет ожидается, что еще 9,6 млн. га будут внедрять технологии ПРЗ. Расчетные затраты и выгоды от применения ПРЗ-технологий, представленные в Таблица 8, определены для гипотетического хозяйства площадью 10 000 га. С учетом дополнительных гектаров, на которых будут применяться ПРЗ-технологии, полученные затраты и выгоды вводятся в модель e3.kz для количественной оценки воздействия на всю экономику. Предполагается, что меры по адаптации финансируются инвестиционным сектором, который перекладывает затраты на потребителей через повышение цен на сельскохозяйственную продукцию.

Таблица 8. Допущения для "сберегающего сельского хозяйства (СХ)" на основе климатического сценария SSP5-8.5

Затраты (в долларах США на 10 000 га)	Выгоды (в долларах США на 10 000 га)
<ul style="list-style-type: none"> • Инвестиции в новое оборудование для практик ЦА (1,2 млн. долл. США); инвестиции в замену примерно через 10 лет • Информационные кампании для фермеров по ЦА (0,05 млн. долл. США) • Затраты на дополнительное распределение растительных остатков на почве (0,1 млн. долл. США) • Закупка гербицидов, включая глифосат (0,3 млн. долл. США) 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение урожайности сельскохозяйственных культур (0,15 млн. долл. США в год) • Ликвидация залежных и дополнительных посевов (0,7 млн. долл. США в год) • Сокращение полевого персонала, обслуживающего почвообрабатывающее и сопутствующее оборудование; экономия топлива (0,3 млн. долл. США в год) • Продажа техники для глубокой обработки почвы (0,6 млн. USD)

Источник: Всемирный банк 2024b, стр.32.

Затраты и выгоды этого варианта адаптации должны быть рассчитаны в предположении сценария SSP5-8.5, который является наиболее серьезным сценарием в отношении концентрации выбросов ПГ и повышения температуры. Поэтому предположения о выгодах при тех же инвестициях (затратах) должны быть скорректированы для SSP1-2,6 и SSP2-4,5. Выгоды корректируются с учетом частоты засух по трем сценариям ПСП. В соответствии с этим, засухи случаются реже (-5% или -16%) в SSP2-4,5 или SSP1-2,6 по сравнению с SSP5-8,5, что приводит к увеличению выгод (Таблица 9).

Поскольку доказательств нет или мало, были сделаны следующие предположения относительно поправок на выгоду:

Таблица 9. Корректировка выгод при различных климатических сценариях

Преимущество адаптации	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5 (основа для СВА)
Повышение урожайности сельскохозяйственных культур	116%	105%	100%

Источник: Собственные предположения

В следующем разделе описываются результаты этой меры адаптации в рамках SSP5-8.5, поскольку именно это предположение было основным для СВА. Затем вкратце представлены результаты для SSP1-2.6 и SSP2-4.5.

5.3.2 Результаты моделирования в рамках SSP5-8.5

Улучшение ЦА в Казахстане оказывает положительное влияние на экономику. ВВП увеличивается по сравнению с ситуацией с изменением климата (SSP5-8.5), но без адаптации, на 0,45% в год (Рисунок 34). На начальном этапе преобладает положительный эффект от инвестиций в машиностроение, а после завершения периода внедрения все преимущества можно наблюдать в сельском хозяйстве.

Предполагается, что дополнительные инвестиции в методы ПРЗ будут оплачены сельскохозяйственным сектором. Однако финансовое бремя может быть ограничено, поскольку сама мера обеспечивает потенциал снижения затрат, например, за счет уменьшения расхода топлива, рабочей силы и продажи уже не используемой сельскохозяйственной техники.

Ожидается, что увеличение урожайности сельскохозяйственных культур приведет к росту экспорта (до 0,3% в год) и ограничению импорта. Противоположное влияние на импорт оказывают необходимые инвестиции в технику для минимальной и нулевой обработки почвы, которая в основном импортируется. В целом, зависимость различных секторов экономики от импорта определяет общий объем импорта, при этом рост экономической активности приводит к увеличению импорта до 0,3%.

Экономический рост оказывает положительное влияние на доходы и расходы частных домохозяйств, что приводит к увеличению их потребления (до 0,36% в год). Также ускорению экономической активности способствуют государственные расходы и инвестиции компаний.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

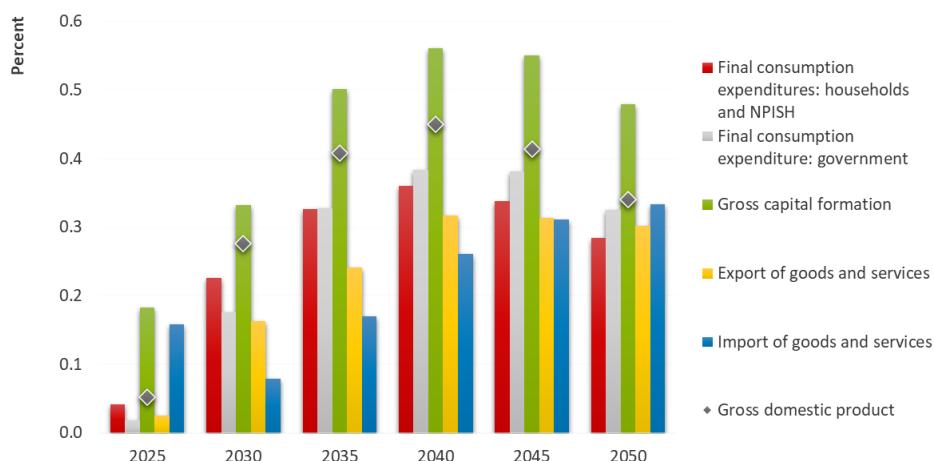


Рисунок 34 Макроэкономические последствия сценария "SSP5_8.5_CA", 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Общее положительное влияние на ВВП наблюдается и для реального производства (0,5% в год в 2050 году, Рисунок 35): В частности, прибыль от сельского хозяйства (1,7% в год в 2050 году). Потребность в обучении фермеров внедрению практики ПРЗ видна в разделе "Образование" (0,5% в 2050 году), что связано не только с обучением молодежи, но и с повышением квалификации взрослых. Воздействие в обрабатывающей промышленности диверсифицировано: для подсектора "производство машин" дополнительный спрос на минимальную и безотвальную (*no-till, engl.*) технику в ограниченной степени является благоприятным. Производители химической продукции получают прибыль от увеличения спроса на гербициды. Напротив, ожидается, что практика ПРЗ снизит спрос на топливо, что негативно скажется на производителях продуктов нефтепереработки. В целом для обрабатывающей промышленности влияние сдвига положительное (0,4% в 2050 году).

Помимо секторов экономики, на которые эти меры оказывают непосредственное влияние, они затрагивают и другие отрасли, такие как торговля, транспорт и сфера услуг, входящие в цепочки создания стоимости.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

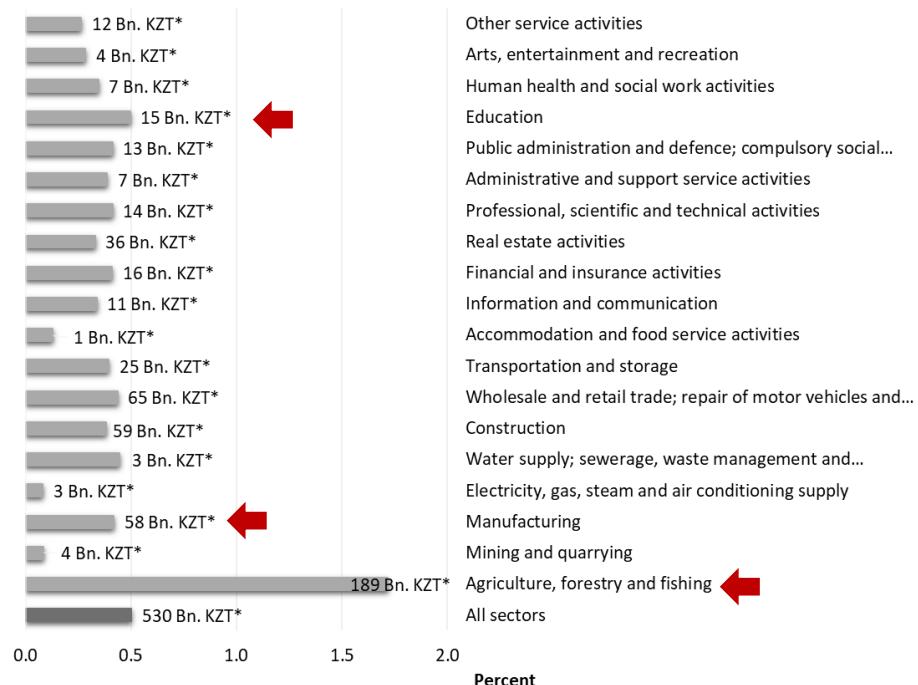


Рисунок 35 Влияние сценария "SSP5_8.5_CA" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в процентах (ось x) и млрд. ТЕНГЕ (*)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Рабочие места создаются в период реализации проекта в ограниченном объеме и достигают максимума после получения всех выгод. В целом, до 0,2% или дополнительно 18 тысяч человек будут трудоустроены (Рисунок 36). Наибольшие выгоды получает сельское хозяйство (8 тысяч занятых), за ним следуют частные услуги (7,4 тысячи занятых).

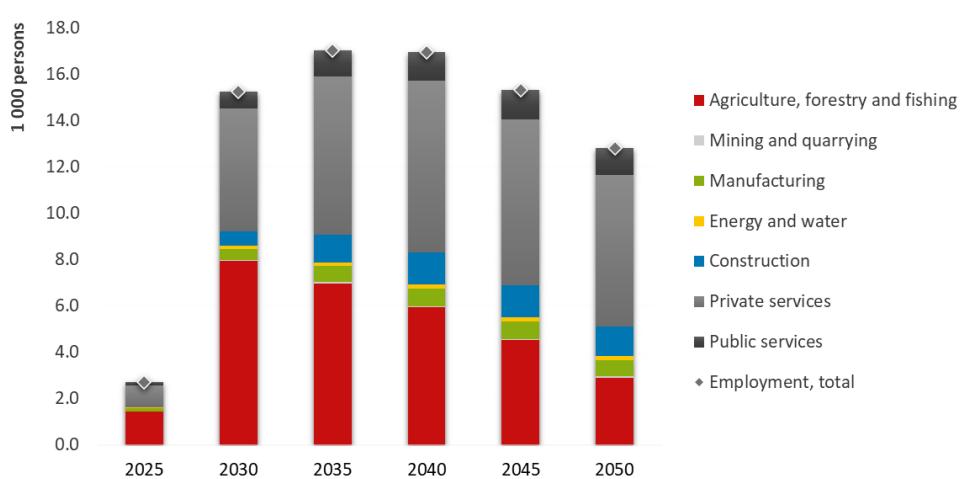


Рисунок 36 Влияние сценария "SSP5_8.5_CA" на занятость, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

В целом, работники-мужчины (до 0,2% в год или 10 тысяч человек) получают большие выгоды, чем работники-женщины (0,17% в год или 8 тысяч человек). В сфере частных услуг распределение более или менее равное. В строительстве, сельском хозяйстве и обрабатывающей промышленности доля работников-мужчин выше, чем доля работников-женщин.

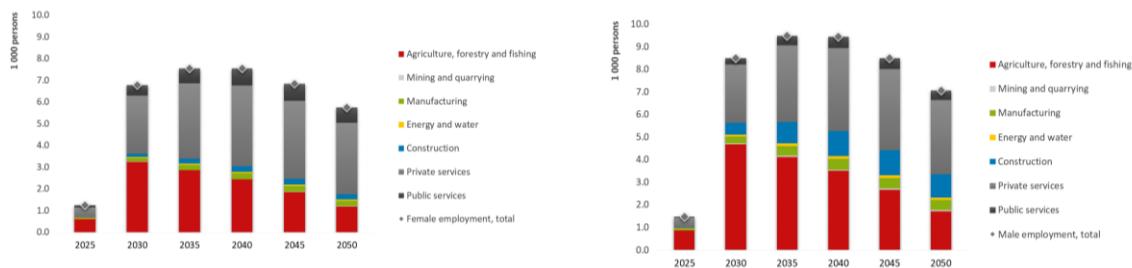


Рисунок 37 Последствия сценария "SSP5-8.5 CA" для занятости: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Экономический рост увеличивает спрос на энергию и выбросы CO₂, если не принимать во внимание дополнительные меры по защите климата. Так, в промышленном и транспортном секторах, а также в сфере коммерческих и общественных услуг спрос на энергию увеличивается на 0,25-0,37% в год (Рисунок 38). Благодаря предполагаемой экономии топлива в сельском хозяйстве, спрос на энергию (в основном на нефтепродукты) на 10,8% или 138 тыс. т.н.э. ниже, чем без этой меры адаптации. В целом, спрос на энергию несколько замедляется.

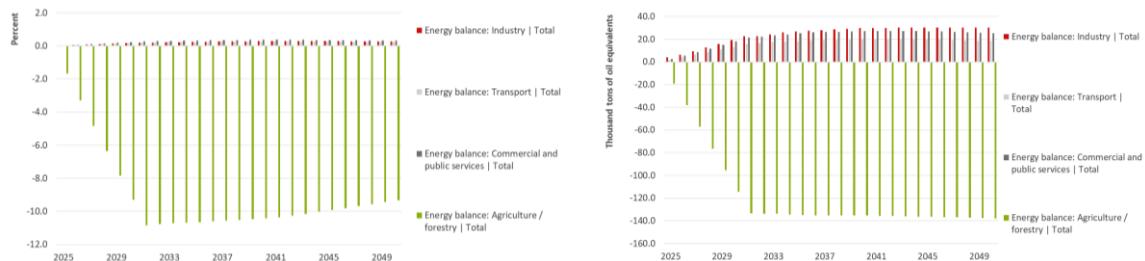


Рисунок 38 Влияние сценария "SSP5_8.5 CA" на ТFEC по секторам, 2025 - 2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в ктэ (правый рисунок) и процентах (левый рисунок)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Выбросы CO₂ следуют за спросом на энергию по секторам (Рисунок 39). Во всех отраслях, кроме сельского хозяйства, которое входит в "другие отрасли", и энергетики, наблюдается хотя бы небольшой рост выбросов CO₂. Более низкие выбросы CO₂ в энергетике обусловлены более низким спросом на нефтепродукты в сельском хозяйстве, который не компенсируется спросом на электроэнергию, тепло и нефтепродукты в других секторах.

В целом выбросы CO₂ замедляются, что приведет к снижению выбросов на 0,4 Мт CO₂ или 0,1% в 2050 году.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

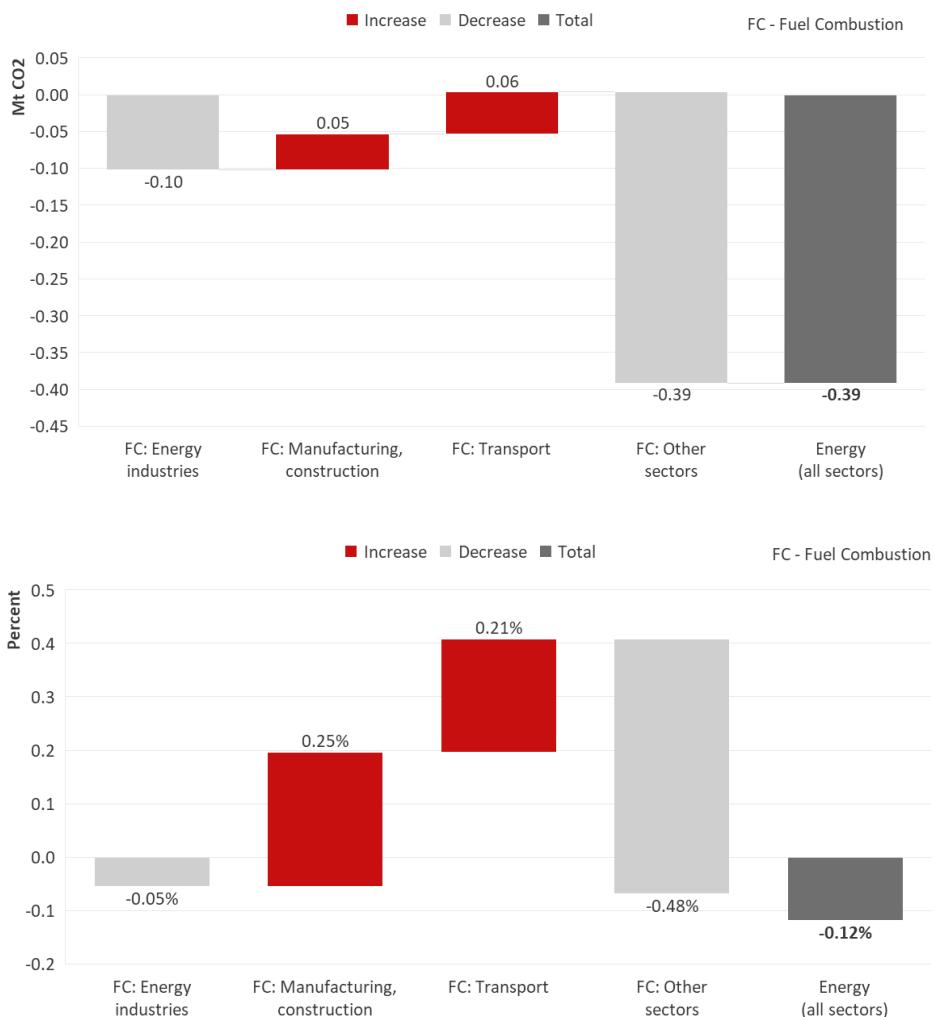


Рисунок 39 Влияние сценария "SSP5_8.5_CA" на выбросы CO₂, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в км CO₍₂₎ (верхний рисунок) и процентах (нижний рисунок)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.3.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

Интенсивность и частота опасных климатических явлений и их экономические последствия различаются в зависимости от базового климатического сценария (см. главу4). То же самое относится и к возможным выгодам от мер по адаптации. Рисунок 40 представлены результаты по реальному ВВП по секторам экономики для всех сценариев SSP_CА в сравнении с соответствующими сценариями SSP.

Цепочки воздействия, описанные в предыдущем разделе, одинаковы. Основное различие заключается в том, что выгода для сельского хозяйства, определенная в СВА в рамках SSP5-8.5, больше для других сценариев SSP из-за более низкой вероятности возникновения засух и, следовательно, меньшего негативного воздействия (см. Таблица 9). В соответствии с этим, воздействие на реальный ВВП является наибольшим для сценария SSP1-2.6_СА (до 0,55% в 2040

гоау), за которым следуют сценарий SSP2-4.5_CA (до 0,48% в 2040 году) и сценарий SSP5-8.5_CA (до 0,45% в 2040 году)

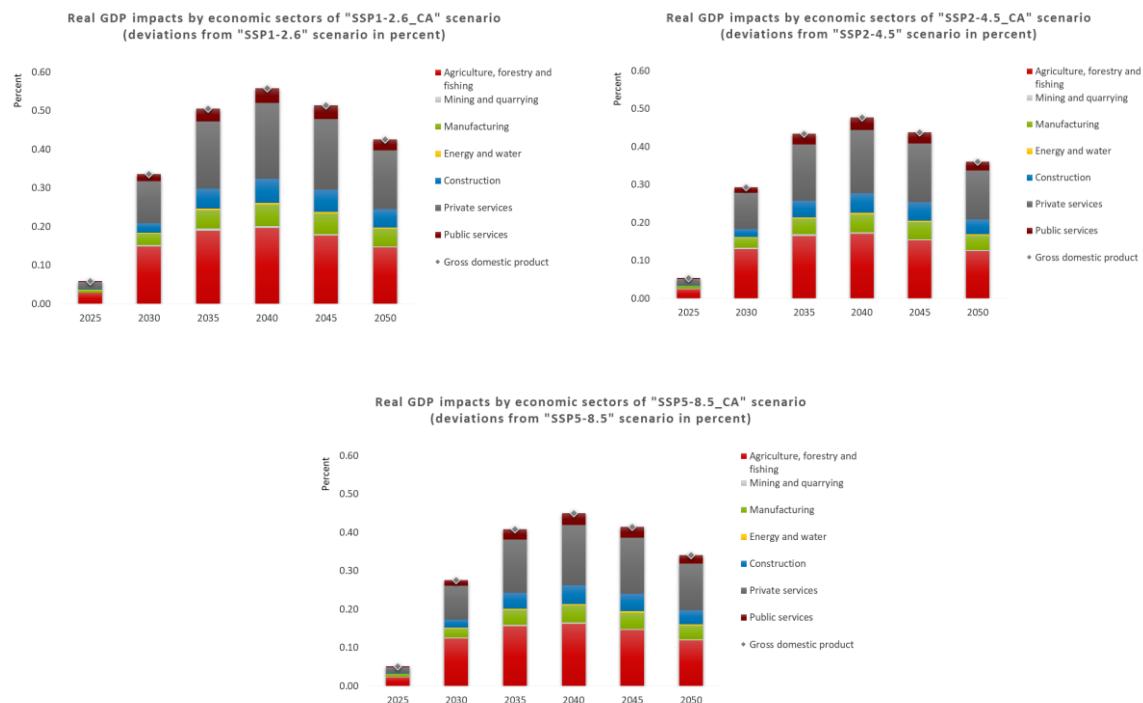


Рисунок 40 Сценарии "SSP1-2.6_CA", "SSP2-4.5_CA" и "SSP5-8.5_CA": Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики*, 2025-2050 годы, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

* Процентное отклонение отраслевого валового продукта было масштабировано до процентного отклонения ВВП

Рисунок 41 показаны основные результаты для всех сценариев SSP_CA в 2050 году в сравнении с соответствующим сценарием SSP. Чем сильнее воздействие на ВВП и секторы экономики, тем сильнее реакция на занятость. С гендерной точки зрения, работники-мужчины получают несколько больше выгод от этой меры адаптации, чем работники-женщины. Воздействие на энергопотребление и выбросы CO₂в большей или меньшей степени соответствует соответствующему сценарию ПСП. Предполагаемая экономия на топливе при меньшей обработке почвы компенсирует выбросы CO₂в результате более высокой экономической активности.

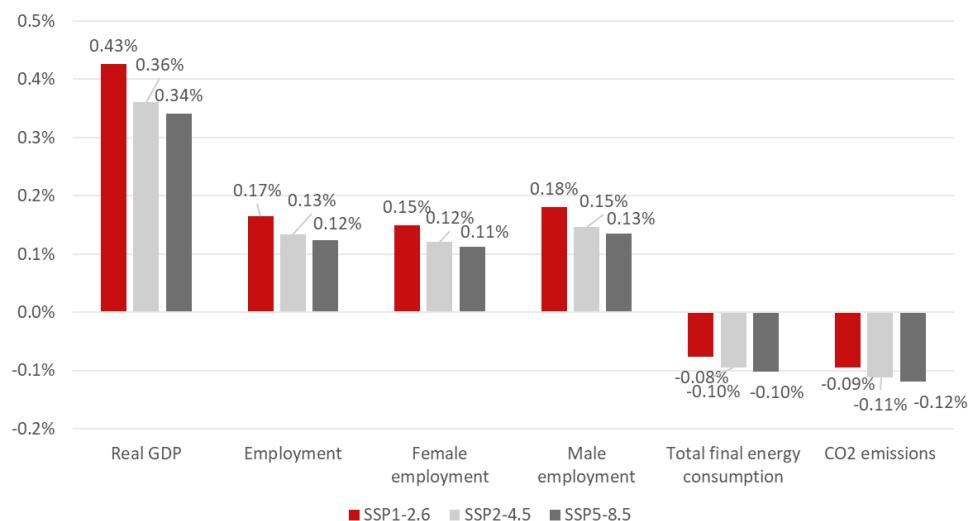


Рисунок 41 Сценарии "SSP1-2.6_CА", "SSP2-4.5_CА" и "SSP5-8.5_CА": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Подводя итог, можно сказать, что технология ПРЗ оказывает положительное влияние на экономику и окружающую среду. Как и предполагалось, в частности, сельское хозяйство получает прибыль в виде увеличения производства и рабочих мест. В этом отношении ПРЗ способствует продовольственной безопасности, поскольку снижается зависимость от иностранных государств и появляются возможности для экспорта. Макроэкономические выгоды могут быть еще выше, если стимулировать внутреннее производство, в частности, в обрабатывающей промышленности.

Влияние ЦА на окружающую среду также благоприятно. Улучшается состояние почвы и ее влажность, что способствует улучшению условий ведения сельского хозяйства даже в условиях изменения климата. Кроме того, эта мера поддерживает усилия по смягчению последствий изменения климата за счет сокращения выбросов CO₂ в сельском хозяйстве.

5.4 Стимулы для устойчивого управления пастбищами

Повышение температуры и снижение доступности воды - насущные проблемы для пастбищ. Примерно 27 млн га или около 15% всех пастбищ деградируют к 2020 году и будут продолжать деградировать до тех пор, пока не будут приняты меры по их предотвращению (Всемирный банк, 2024b). Ожидается, что продуктивность животноводства снизится на 5-14%, что скажется на продовольственной безопасности (Всемирный банк, 2024b; ПРООН, 2020).

Существуют различные варианты восстановления деградировавших пастбищ, например, комплексное управление пастбищами, пастбищная растительность, севооборот, улучшение пород и здоровья скота, а также инвестиции в восстановление инфраструктуры (Polo et al, 2022).

Этот сценарий проливает свет на общекономические последствия мер по улучшению деградированных пастбищ в полузасушливых и засушливых экосистемах с высокой плотностью поголовья скота. Эти меры включают в себя, например, ограниченную обработку почвы, посадку сортов многолетних трав и меры по защите растений (World Bank, 2024b).

5.4.1 Настройки сценария

Ожидается, что в ближайшие пять-десять лет будет улучшено примерно два-три миллиона гектаров из 27 миллионов гектаров деградированных земель, главным образом в юго-восточной, южной, западной и пустынной зонах, где плотность поголовья скота наиболее высока (World Bank, 2024b).

Расчетные затраты и выгоды от применения технологий устойчивого управления пастбищами, приведенные в Таблица 10, рассчитаны для хозяйства площадью 10 000 га. Предполагается, что у фермеров есть необходимая почвообрабатывающая и посевная техника, поэтому капитальные вложения не требуются. Учитывая дополнительные гектары, на которых применяются технологии СЗМ, полученные затраты и выгоды вводятся в модель e3.kz для количественной оценки воздействия на всю экономику. Предполагается, что частный сектор может финансировать необходимые затраты, поскольку выгоды еще выше.

Таблица 10. Предположения для "Устойчивого управления пастбищами" на основе климатического сценария SSP5-8.5

Затраты (в долларах США на 10 000 га)	Выгоды (в долларах США на 10 000 га)
<ul style="list-style-type: none"> Потребность в топливе для обработки почвы и посева (52,000 USD) Семена (20 000 USD) Удобрения (20,000 USD) Расходы на оплату труда (49 200 USD) Финансовая поддержка со стороны правительства 	<ul style="list-style-type: none"> Общая стоимость сена, заготовленного на новых пастбищах за пять лет (5,4 млн. долл. США)

Источник: Всемирный банк (2024b), стр. 50

Затраты и выгоды этого варианта адаптации должны быть рассчитаны в соответствии со сценарием SSP5-8.5. Предположения относительно выгод при тех же инвестициях (затратах) корректируются для SSP1-2.6 и SSP2-4.5 с применением тех же допущений, что и для ресурсосберегающего сельского хозяйства (Таблица 11).

Поскольку доказательств нет или мало, были сделаны следующие предположения относительно поправок на выгоду:

Таблица 11. Корректировка выгод при различных климатических сценариях

Преимущество адаптации	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5 (основа для СВА)
Повышение урожайности сельскохозяйственных культур	116%	105%	100%

Источник: Собственные предположения

В следующем разделе описываются результаты этой меры адаптации в рамках SSP5-8.5, поскольку именно это предположение было основным для СВА. Затем вкратце представлены результаты для SSP1-2.6 и SSP2-4.5.

5.4.2 Результаты моделирования в рамках SSP5-8.5

При рациональном использовании пастбищ ожидается увеличение реального ВВП до 0,3% или 195 млрд. тенге в год (Рисунок 42). Экспорт сельскохозяйственной продукции, такой как молочные и другие продукты животноводства, ускорится, а импорт сельскохозяйственной продукции замедлится. Выгоды будут увеличиваться с течением времени, и ожидается, что они будут полностью использованы, как только мера будет полностью реализована

С расширением экономической деятельности, увеличением количества рабочих мест и доходов, также увеличатся инвестиции (до 0,26% в год) и расходы домохозяйств (до 0,23% в год) по сравнению с ситуацией без адаптации и изменения климата (SSP5-8.5).

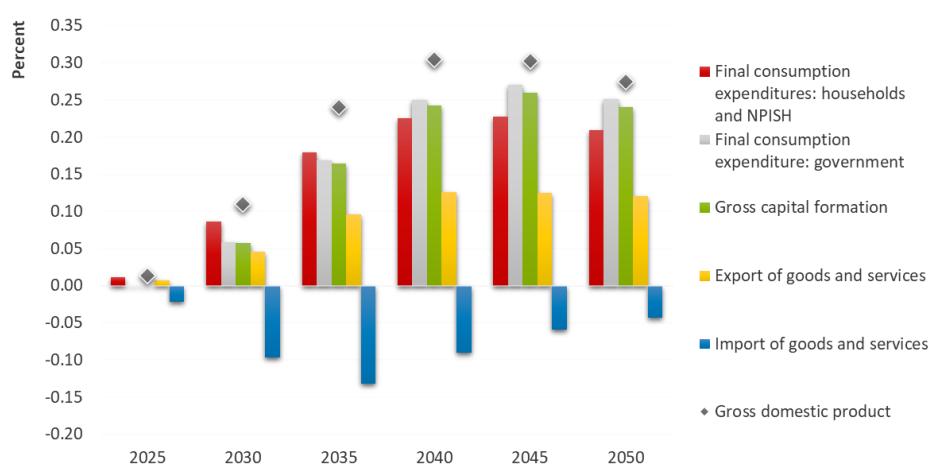


Рисунок 42 Макроэкономические последствия сценария "SSP5-8.5_SPM", 2022-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Ожидается, что животноводство как часть сельскохозяйственного сектора получит наибольшую выгоду за счет увеличения производства молока и мяса. Благодаря межотраслевым связям выгоду получат и другие сектора. В период реализации проекта (до 2035 года) дополнительный спрос может наблюдаться в химической промышленности (удобрения), обрабатывающей промышленности (нефтепродукты) и сельском хозяйстве (спрос на семена).

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

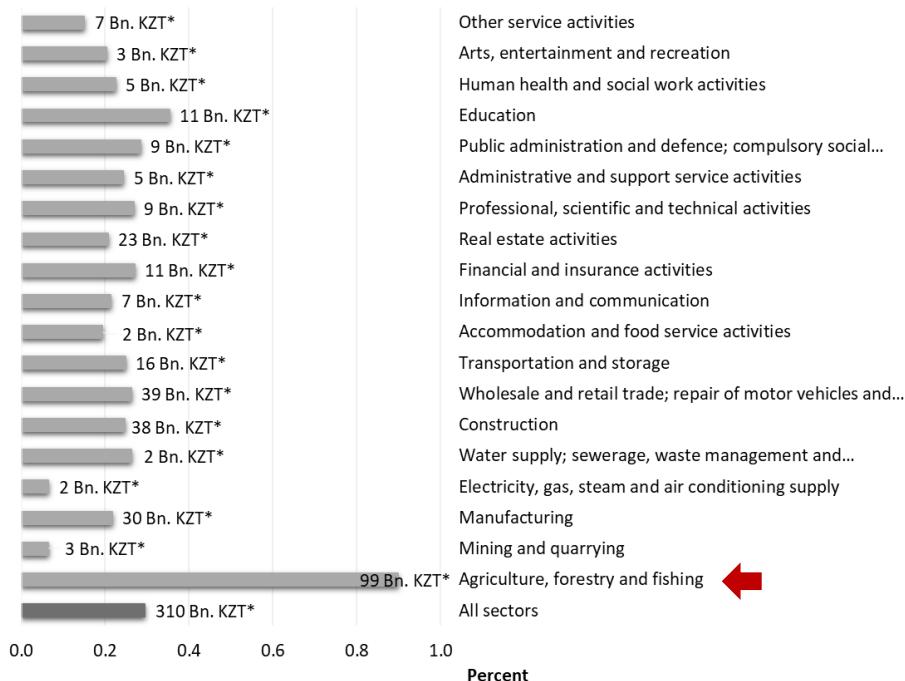


Рисунок 43 Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на реальное производство по секторам экономики, в 2050 году, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в млрд. тенге (ось x) и процентах (*)

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов сценария e3.kz

Согласно СВА, спрос на рабочую силу в сельском хозяйстве увеличивается как в период реализации, так и в последующий период. По сравнению с ситуацией без данной меры и изменения климата в сельском хозяйстве будет занято на 8 тысяч человек больше. В зависимости от отраслевой экономической активности и соответствующей интенсивности труда, дополнительные рабочие места также создаются в частном секторе услуг и в ограниченной степени в сфере общественных услуг и строительства. В общей сложности будет занято до 15 тысяч человек (+0,16%) (Рисунок 44).

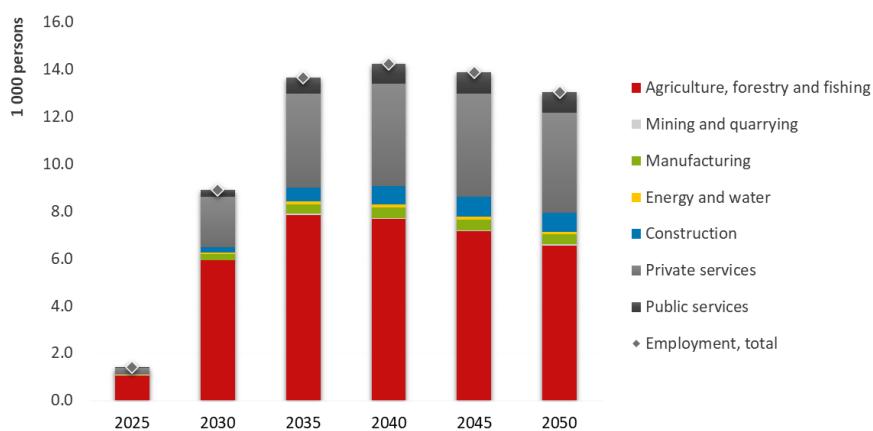


Рисунок 44 Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на занятость, 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

Большая часть дополнительных рабочих мест приходится на мужчин (0,18% или 8,5 тыс. человек, Рисунок 45). Дополнительные рабочие места для женщин составляют до 0,14% или 6,5 тыс. человек. Для обоих полов большинство рабочих мест создается в сельском хозяйстве, затем в сфере частных услуг.

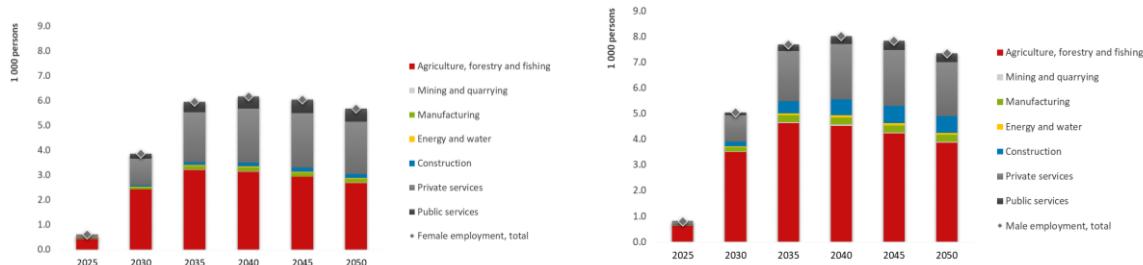


Рисунок 45 Последствия сценария "SSP5-8.5_SPM" для занятости: занятость по полу и видам экономической деятельности (женщины: левый рисунок, мужчины: правый рисунок), 2025-2050 годы, отклонения от сценария "SSP5_8.5" в 1 000 человек

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

Поскольку по сравнению со сценарием SSP5-8.5 не предусмотрено никаких дополнительных мер по смягчению последствий - ни повышения энергоэффективности, ни внедрения возобновляемых источников энергии, - спрос на энергию следует за отраслевой экономической активностью и энергоемкостью. Общее конечное потребление энергии увеличивается на 0,15%. Выбросы CO₂ увеличиваются в соответствии с использованием ископаемого топлива составляют до 0,14% по сравнению с ситуацией без адаптации и изменения климата (Рисунок 46).

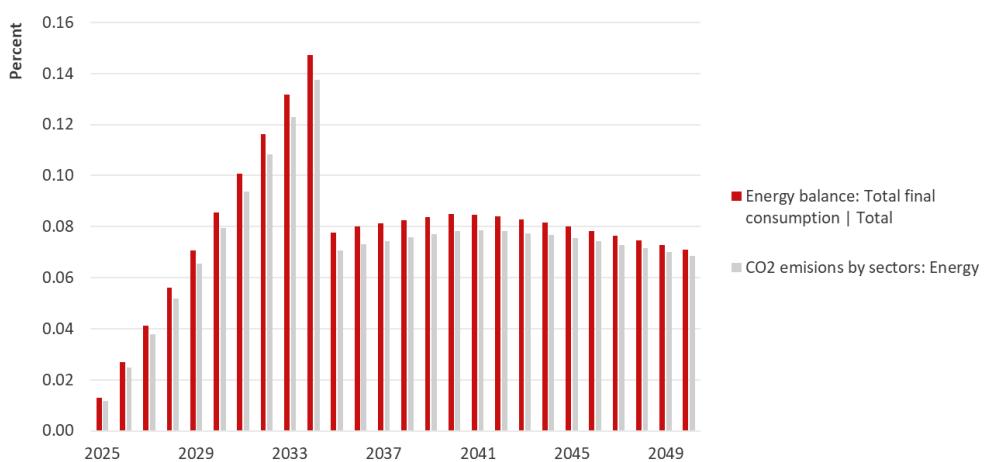


Рисунок 46 Влияние сценария "SSP5-8.5_SPM" на выбросы TFEC и CO₂, 2025 - 2050 годы, отклонения от сценария "SSP5-8.5" в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

5.4.3 Обзор результатов моделирования для SSP1-2.6, SSP2-4.5 и SSP5-8.5

Интенсивность и частота опасных климатических явлений и их экономические последствия различаются в зависимости от базового климатического сценария (см. главу4). То же самое относится и к возможным выгодам от мер по адаптации. Рисунок 47 показано воздействие на ВВП по секторам экономики для всех сценариев SSP_SPM

Цепочки воздействия, описанные в предыдущем разделе, совпадают. Основное различие заключается в том, что указанная выгода, определенная в СВА в рамках SSP5-8.5, больше для других сценариев SSP (см. Таблица 11). Для SSP1-2.6 выгоды являются самыми высокими и приводят к увеличению ВВП до 0,35%, за ними следуют SSP2-4.5 с увеличением на 0,32% и SSP5-8.5 с увеличением до 0,3%. Воздействие секторов экономики следует за макроэкономическим развитием.

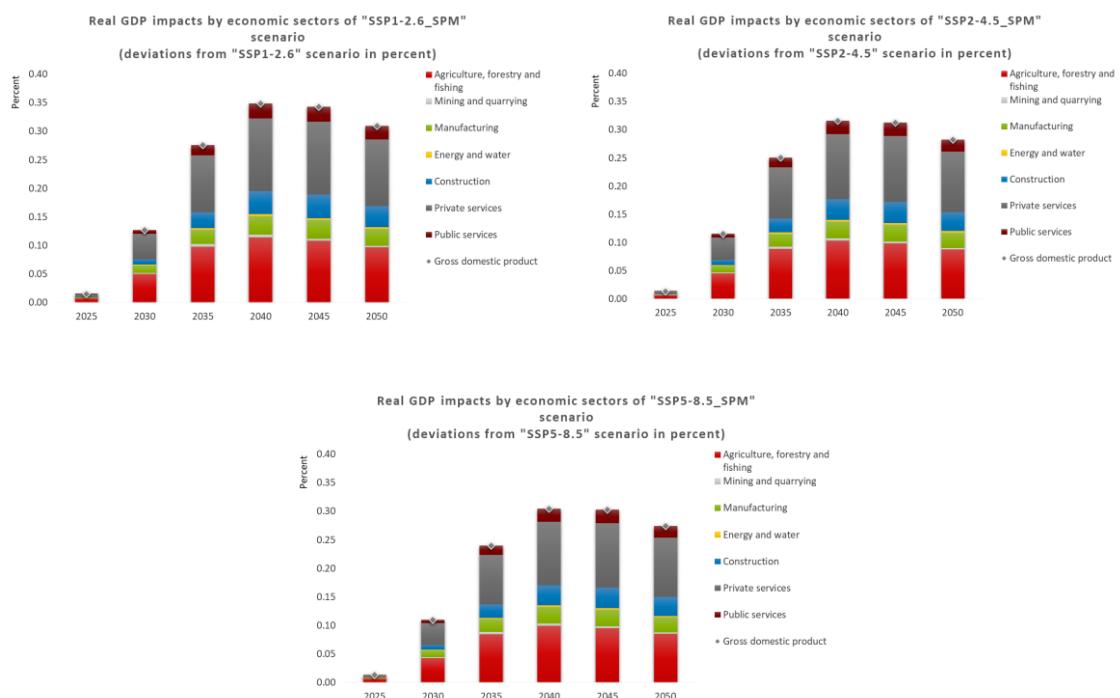


Рисунок 47 Сценарии "SSP1-2.6_SPM", "SSP2-4.5_SPM" и "SSP5-8.5_SPM": Воздействие на реальный ВВП по секторам экономики*, 2025-2050 годы, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

* Процентное отклонение отраслевого валового продукта было масштабировано до процентного отклонения ВВП

Рисунок 48 показаны основные результаты для всех сценариев SSP_SPM в 2050 году в сравнении с соответствующими сценариями SSP. Из-за небольших различий в выгодах результаты не сильно отличаются друг от друга. Однако можно заметить, что более высокий рост ВВП более благоприятен для занятости, но менее благоприятен для окружающей среды.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ И АДАПТАЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Оценка макроэкономического воздействия изменения климата и адаптации к нему в Казахстане с помощью модели e3.kz

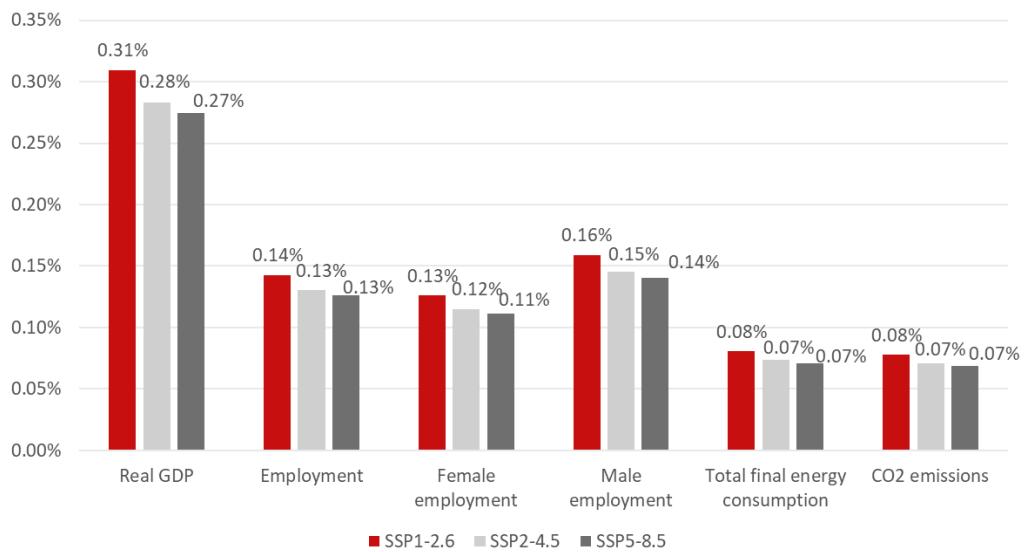


Рисунок 48 Сценарии "SSP1-2.6_SPM", "SSP2-4.5_SPM" и "SSP5-8.5_SPM": Основные воздействия, 2050 год, отклонения от соответствующего сценария SSP в процентах

Источник: Собственная иллюстрация на основе результатов e3.kz

В заключение следует отметить, что управление пастбищами оказывает положительное влияние на экономику и окружающую среду без больших инвестиций. Это может быть привлекательным для фермеров с небольшими финансовыми ресурсами. По мнению Всемирного банка (2024b), выгоды превышают затраты. Однако для улучшения деградировавших пастбищ требуется время, что является препятствием, поскольку фермеры получают выгоду от увеличения дохода позже.

6 ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Казахстан очень уязвим к изменению климата, и политикам необходимо знать, как изменение климата влияет на экономику, население и окружающую среду, чтобы разработать подходящие стратегии адаптации. Сочетание комплексного анализа затрат и выгод и макроэкономического анализа с помощью модели e3.kz помогает разработать Национальный план адаптации, обеспечивая такие показатели, как необходимые инвестиции, ВВП, занятость и выбросы CO₂, актуальные для различных отраслевых министерств. Не только финансово-экономические показатели важны для политиков, чтобы решить, какая мера адаптации является "наиболее эффективной": Для получения более полной оценки необходимо учитывать и другие критерии, такие как аспекты здоровья, экосистемные услуги (например, биоразнообразие), эффекты распределения, другие выбросы ПГ, а также международные/политические последствия.

Более подробный анализ четырех вариантов адаптации (EE, CRR, CA(ПРЗ) и SPM) показывает, что они выгодны не только при рассмотрении затрат и выгод отдельных адаптационных проектов, но и с точки зрения всей экономики, как показывают результаты применения модели e3.kz:

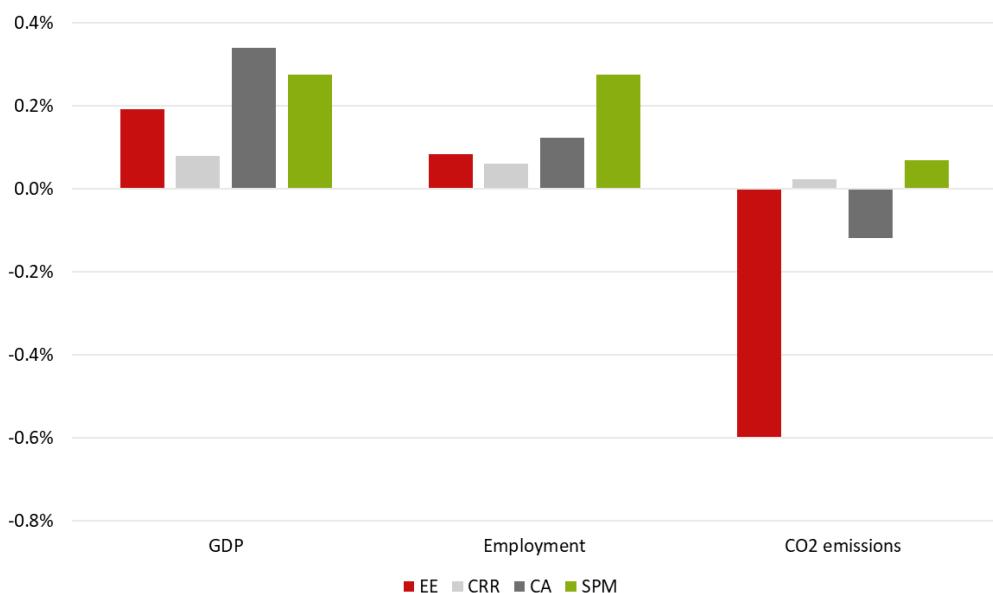


Рисунок 49 Основные воздействия всех сценариев адаптации в рамках SSP5-8.5, в 2050 году

Источник: Результаты моделирования e3.kz

В зависимости от конкретных мер по адаптации различаются масштабы воздействия, а в некоторых случаях и его направление. Чем больше требуемые инвестиции и/или выгода для целевого сектора, тем выше экономический эффект, в частности, если мера в первую очередь поддерживает внутреннее производство и, таким образом, создает рабочие места.

Представленные выше результаты предполагают, что за адаптационные меры платят либо правительство, либо домохозяйства, либо международные доноры. Финансовая поддержка со стороны международных доноров имеет еще больший экономический эффект, поскольку не несет дополнительной нагрузки на население и экономику Казахстана по сравнению с другими

вариантами финансирования, при условии, что все остальные условия остаются неизменными. Пока государство или потребитель оплачивают дополнительные инвестиции, меньше денег может быть потрачено на другие цели. Однако экономия на энергозатратах, например, хотя бы частично компенсирует общее финансовое бремя. Кроме того, любой предотвращенный ущерб снижает затраты на его устранение.

Рисунок 49 показано, что наибольшее влияние на ВВП оказывает Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, ПРЗ, *Conservational Agriculture, engl.(CA), engl.*, устойчивое управление пастбищами и энергоэффективность в зданиях. В то время как инвестиции выше для мер по энергоэффективности, ПРЗ и устойчивое управление пастбищами выгодны для сельского хозяйства, ключевого сектора в Казахстане. Больше всего рабочих мест создается в секторах с высокой трудоемкостью, таких как сельское хозяйство (ПРЗ и устойчивое управление пастбищами) или сфера услуг. Последние в основном подвержены так называемому эффекту, вызванному ростом доходов, то есть благодаря увеличению количества рабочих мест и доходов, больше денег тратится на продукты питания, другие товары первой необходимости и различные услуги.

Экологические выгоды будут максимальными, если меры по адаптации и смягчению последствий будут сочетаться. Повышение энергоэффективности - как в зданиях, так и в сельском хозяйстве (ПРЗ) - помогает сократить спрос на энергию и, следовательно, выбросы CO₂. Однако без разделения экономического роста и спроса на энергию или перехода на возобновляемые источники энергии выбросы CO₂ в затронутых секторах возрастут. Этот негативный побочный эффект должен учитываться политиками при разработке стратегий адаптации.

Отдельная мера адаптации обычно сосредоточена на выгодах для одного сектора и климатической угрозы. В то время как энергоэффективность направлена на обеспечение энергетической безопасности, другие проанализированные варианты адаптации сосредоточены на продовольственной безопасности и регулировании водных ресурсов. Таким образом, необходимо комбинировать меры для более широкой борьбы с изменением климата и поддержки регионов, которые по-разному подвергаются воздействию изменения климата.

В связи с неопределенностью будущего развития климатических изменений, а также ограниченностью знаний о затратах и выгодах адаптации, результаты, представленные в данном отчете, подвержены ряду неопределенностей. Тем не менее, результаты дают ценное представление о возможных последствиях, что помогает подготовить климаточувствительные стратегии развития на долгосрочную перспективу.

7 ССЫЛКИ

Астана Таймс (2024). Казахстан оказывает финансовую поддержку 20 600 семьям, пострадавшим от наводнения. Astana Times. <https://astanatimes.com/2024/05/kazakhstan-provides-financial-support-to-20600-flood-affected-families/> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

AvantGarde (2025). Промежуточный отчет в рамках проекта "Политические рекомендации по климатоустойчивому экономическому развитию". Раздел: "Комплексный анализ эффективности через оценку затрат и выгод (СВА) повышения энергоэффективности жилых зданий в Казахстане". Астана.

Брока, С., Гирти, О., Кристенсен, Г., Расмуссен, Д., Моргунов, А., Филеччи, Т., Рубанза, Р. (2016). Казахстан - Оценка рисков сельскохозяйственного сектора. Отчет группы Всемирного банка № 103076-KZ. Февраль 2016 г. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/422491467991944802/pdf/103076-WP-KZ-P154004-Box394863B-PUBLIC-ASRA.pdf> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Каспийские новости. (2024). Казахстан подтверждает приверженность глобальным климатическим целям на COP29. Caspian News. <https://caspiannews.com/news-detail/kazakhstan-reaffirms-commitment-to-global-climate-goals-at-cop29-2024-11-12-14/> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Econ (2021). Казахстан: На пути к чистому нулю к 2060 году. Возможности и проблемы. Проект: Долгосрочная стратегия развития Казахстана с низким уровнем выбросов парниковых газов (LEDS). Второй проект. Выполнен GIZ по поручению Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности, Германия.

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) (2022). Модель PANTHA RHEI. <https://gws-os.com/fileadmin/Redaktion/Files/Modelle/Energie-und-Klima/modell-panta-rhei-en.png> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Гросманн, А., Хохманн, Ф. (2019). Статическое и динамическое моделирование входа-выхода с помощью Microsoft Excel. Доклад конференции SHAIO 2019, Оsnабрюк.

GIZ (2022). Поддержка климатоустойчивого экономического развития в Казахстане. Применение модели e3.kz для анализа воздействия адаптации к изменению климата на всю экономику [Großmann, A., Hohmann, F., Lutz, C., Reuschel, S.]. Опубликовано Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Бонн и Эшборн. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2022-en-supporting-climate-resilient-economic-development-in-kazakhstan.pdf> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

GIZ (2023). Экономические последствия адаптации к изменению климата. Субнациональный взгляд для Казахстана: Subnational Extension of e3.kz - a Simplified Approach [Großmann, A., Hohmann, F.]. Опубликовано Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Берлин.

GIZ (2025a): Концептуальная страновая записка: Опасные явления, связанные с водой, и меры по адаптации в Казахстане - анализ данных и литературы [Брунделл, Ф., Лютгрингхаус, С.] GIZ, Берлин.

GIZ (2025b): Стратегии для экономики, устойчивой к изменению климата: Казахстанское политическое руководство [Павленишвили А., Салопиата М.] GIZ, Берлин.

Халлегатте, С., Рейнджер, Н., Местре, О., Дюма, П., Корфи-Морло, Ж., Хервейер, К., Мюир Вуд, Р. (2011). Оценка воздействия изменения климата, повышения уровня моря и риска штормовых нагонов в портовых городах: исследование на примере Копенгагена. In: Climatic Change 104, No. 1: pp. 113-137.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2012). Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Специальный доклад рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2014). Изменение климата 2014: Воздействие, адаптация и уязвимость. Часть А: Глобальные и секторальные аспекты. Вклад Рабочей группы II в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Филд, К. Б., Баррос, В. Р., Доккен, Д. Ж., Мач, К. Ж., Мастрандреа, М. А., Билир, Т. Е., Чаттерджи, М., Эби, К. А., Эстрада, Й. О., Генова, Р. К., Гирма, Б., Киссель, Э. С., Леви, А. Н., Маккракен, С., Мастрандреа, П. Р., Уайт, А. Л. (ред.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Кан, М. Е., Мохадес, К., Нг, Р. Н. К., Песаран, М. Х., Раисси, М., Янг, Ж.-К. (2019). Долгосрочные макроэкономические последствия изменения климата: Межстрановой анализ. Рабочий документ МВФ № 2019/215. Международный валютный фонд (МВФ), Департамент налогово-бюджетных вопросов, Вашингтон, округ Колумбия.

Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, Программа развития ООН (ПРООН) в Казахстане, Глобальный экологический фонд (ГЭФ) (2022). Восьмое национальное сообщение и пятый двухгодичный отчет Республики Казахстан для Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана. <https://unfccc.int/documents/626607> (последнее обращение 28 февраля 2025 г.).

Миросгелис, С., Георгопулу, Е., Сарафидис, Ю., Папагианиаки, К., Лалас, А. П. (2013). Влияние изменения климата на структуру спроса на бутилированную воду и безалкогольные напитки. Стратегия бизнеса и окружающая среда, том 23, выпуск 4. DOI: 10.1002/bse.1782. https://www.researchgate.net/publication/256667603_The_Impact_of_Climate_Change_on_the_Pattern_of_Demand_for_Bottled_Water_and_Non-Alcoholic_Beverages (последнее обращение 3 марта 2025 года).

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) (2018). Инфраструктура, устойчивая к климату. OECD Environment policy paper No. 14. [https://www.\(последнее обращение 3 марта 2025 г.\).](https://www.(последнее обращение 3 марта 2025 г.).)

Поло, М. д. М., Сантос, Н., Сыздыков, Ю. (2022). Внедрение климатических технологий в агропродовольственной системе: Инвестиционные возможности в Казахстане. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО), Рим. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/af1bbd2d-0b6c-4021-82c6-70cd179d9b74/content> (последнее обращение 3 марта 2025 года).

QAZSTAT (2024). Топливно-энергетический баланс Республики Казахстан 2023. Серия 5th энергетической статистики. Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Бюро национальной статистики.

Шаттенберг, М. (2023). Текущий уровень воды в Рейне навевает воспоминания о 2022 году. Deutsche Bank Research. [https://www.dbresearch.com/PROD/RPS_EN-PROD/PROD000000000528728/Current_water_level_of_the_Rhine_brings_back_memor.xhtml?rwnode=RPS_EN-PROD\\$PROD000000000435632](https://www.dbresearch.com/PROD/RPS_EN-PROD/PROD000000000528728/Current_water_level_of_the_Rhine_brings_back_memor.xhtml?rwnode=RPS_EN-PROD$PROD000000000435632) (последнее обращение 28 февраля 2025 г.).

Tengrinews (2025). Дефицит рабочей силы: кто понадобится Казахстану к 2031 году. Tengrinews.kz English. https://en.tengrinews.kz/kazakhstan_news/workforce-shortage-who-will-kazakhstan-need-by-2031-267033/ (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО ООН) (2021). Финансирование инфраструктуры в Казахстане. Исследование, проведенное по заказу Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО ООН).

Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО ООН) (2022). Казахстан - Профиль изменения климата и риска бедствий. ЭСКАТО ООН, Секция информационно-коммуникационных технологий и развития (ИКТ) и Отдел по снижению риска бедствий, Бангкок. <https://www.unescap.org/kp/2022/kazakhstan-climate-change-and-disaster-risk-profile> (последнее обращение 28 февраля 2025 г.).

Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) (2020). Краткий аналитический отчет по оценке экономических потерь в сельскохозяйственных отраслях. Проект ПРООН "Разработка Восьмого национального сообщения Республики Казахстан в рамках РКИК ООН и подготовка двух (четвертого и пятого) двухгодичных отчетов".

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК) (1992).
https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conv_eng.pdf (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) (2013).
Глоссарий аббревиатур, связанных с изменением климата.
http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#A (последнее обращение 4 октября 2021 г.).

Ван Влит, М. Т. Х., Шеффилд, Дж., Виберг, А., Вуд, Э. Ф. (2016). Влияние недавних засух и теплых лет на водные ресурсы и электроснабжение во всем мире. *Environmental Research Letters* 11. 124021. DOI: 10.1088/1748-9326/11/12/124021.

Вайделих, П., Батибениз, Ф., Райзинг, Ж., Кикстра, Ж. С., Сеневиратне, С. И. (2024). Прогнозы ущерба климату за пределами годовой температуры. *Nature Climate Change* 14, 592-599.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-01990-8> .

Вольтер, М. И., Бернрат, Ф., Дасслер, Й., Ройшель, С., Штёвер, Б. (2023). *Klimafolgen und Anpassung - 2023: Aus den Arbeiten zur Basisprojektion des INFORGE-Modells*, GWS Research Report, No. 2023/06. Опубликовано Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS), Osnabrück.
<https://papers.gws-os.com/gws-researchreport23-6.pdf> (последнее обращение 28 февраля 2025 г.).

Всемирный банк (2011). Воздействие климата на энергетические системы - ключевые вопросы адаптации энергетического сектора. Вашингтон. https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf (последнее обращение 4 октября 2021 г.).

Всемирный банк (2011). Воздействие климата на энергетические системы. Ключевые вопросы адаптации энергетического сектора.
https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/E-Book_Climate%20Impacts%20on%20Energy%20Systems_BOOK_resized.pdf (последнее обращение 3 марта 2025 года).

Всемирный банк (2012). Проект "Дороги Восток-Запад" (участок Алматы-Коргос): Международный транзитный коридор Западная Европа - Западный Китай (ЦАРЭС - 1b) (P128050).

Всемирный банк (2015). Казахстан: Общенациональная оценка рисков, связанных с изменением климата, и разработка стратегии смягчения последствий. Политические и институциональные направления повышения устойчивости к изменению климата в сельском, лесном и энергетическом секторах. Совместная программа экономических исследований (JERP).
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22488/Kazakhstan000N0mitigation0strategy.pdf?sequence=1> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Всемирный банк (2018a). Казахстан: В поисках новой модели роста: Срочность экономических преобразований. Страновой экономический обзор. Весна 2018 года. Вашингтон, округ Колумбия.

Всемирный банк (2018b). Зеленая экономика: Реалии и перспективы в Казахстане. August 2018.
<https://sk.kz/upload/iblock/8d9/8d97878e7ec2466e04ab62e5d8f4c3a3.pdf> (последнее обращение 3 марта 2025 года).

Всемирный банк (2019). Enterprise Surveys. www.enterprisesurveys.org (последнее обращение 3 марта 2025 года).

Всемирный банк (2020a). Инициатива "Пояс и путь" для Южного Кавказа и Центральной Азии - страновое исследование по Казахстану. Июнь 2020 года.

Всемирный банк (2020b): Принципы адаптации: Руководство по разработке стратегий адаптации к изменению климата и повышения устойчивости. Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/34780/AdaptationPrinciples.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (последнее обращение 21 ноября 2021 г.).

Всемирный банк (2022). Казахстан. Отчет о климате и развитии страны. Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/e91f4c4e-a61b-507d-bb91-a39c5ad2f499/content> (последнее обращение 3 марта 2025 года).

Всемирный банк (2024a). Цена бездействия: Количественная оценка влияния изменения климата на здоровье в странах с низким и средним уровнем дохода. Всемирный банк, Вашингтон, округ

Колумбия. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/bc51aeee-288e-4cbc-b4ca-b5a942057044/content> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Всемирный банк (2024b). Республика Казахстан: Варианты и возможности адаптации к климату в сельскохозяйственном секторе. Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099060424004022607/pdf/P50211216a88d304191601df346d0b1713.pdf> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

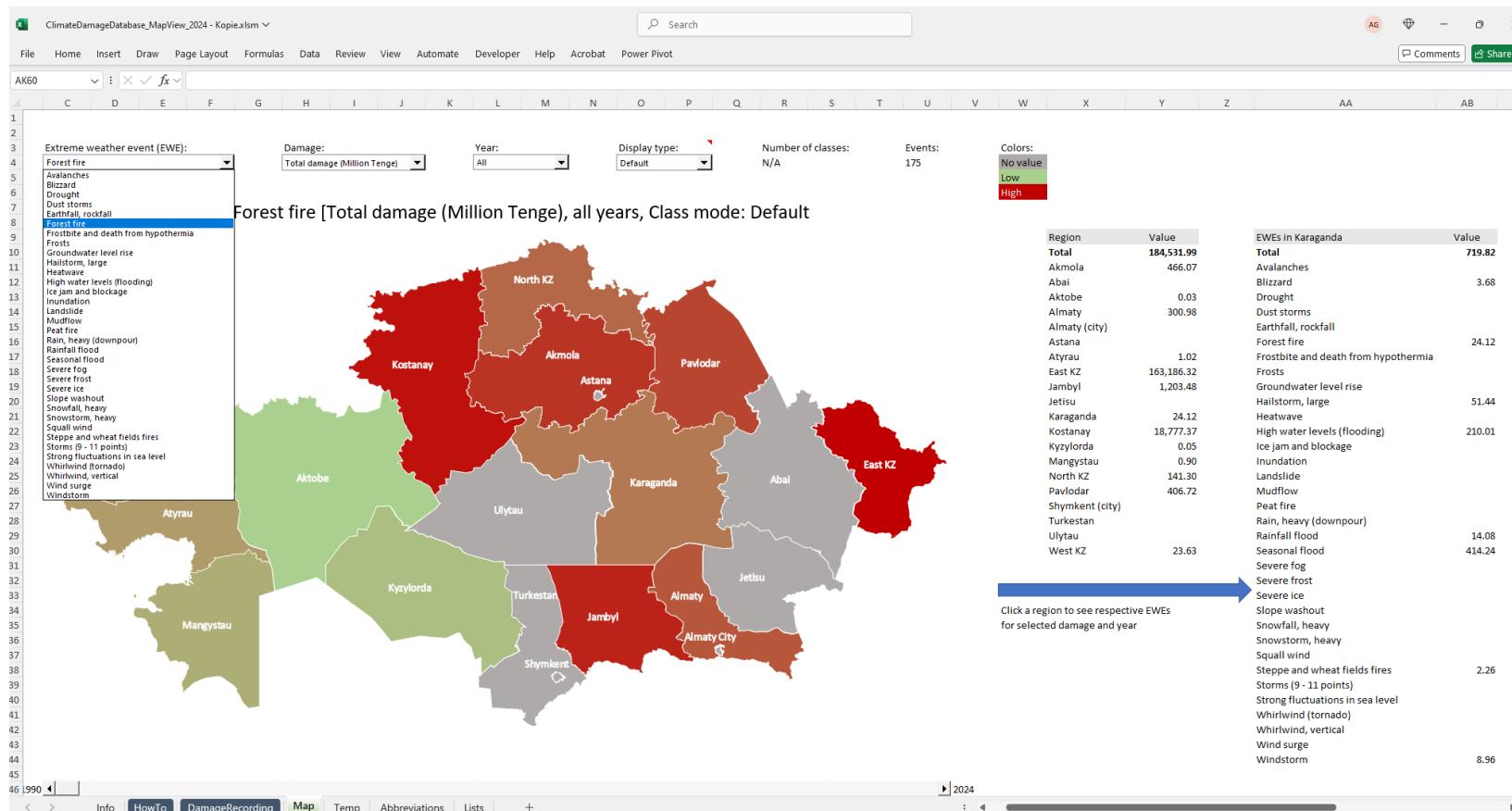
Всемирный банк, Азиатский банк развития (АБР) (2021). Профиль страны по климатическим рискам: Казахстан. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/722246/climate-risk-country-profile-kazakhstan.pdf> (последнее обращение 3 марта 2025 г.).

Всемирный банк, Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) (2019). Понимание последствий засухи в районах производства зерна в Восточной Европе и Центральной Азии (ЕЦА): Россия, Украина и Казахстан (РУК).
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ca3758en.pdf> (последнее обращение 4 октября 2021 года).

Zhaosong F., Nan L., Baizhan L., Guozhi L., Yanqi H. (2014). Влияние изоляции оболочки здания на потребление энергии на охлаждение летом, Энергия и здания, том 77, 2014, страницы 197-205, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.030> (последнее обращение 10 февраля 2025 г.).

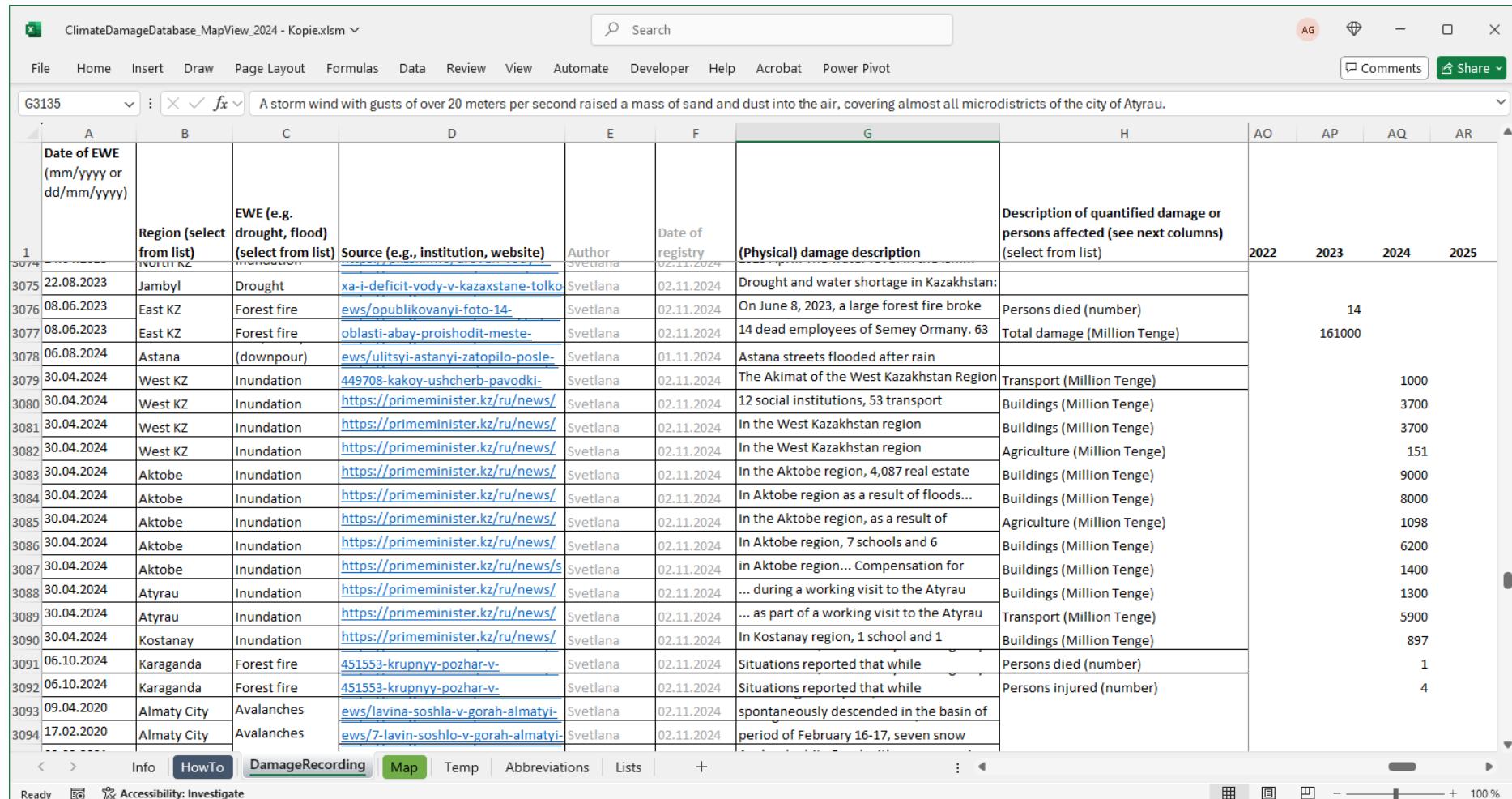
8 ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1. Сбор данных в Казахстане об ущербе от последствий изменения климата (фрагмент) - интерактивный просмотр карты



Источник: ClimateDamageDatabase_MapView_2024.xlsxm (интерактивная карта, созданная GWS с помощью simplemaps.com)

Приложение 2. Сбор данных в Казахстане об ущербе от последствий изменения климата (выдержка) - таблица



ClimateDamageDatabase_MapView_2024 - Kopie.xlsx

A storm wind with gusts of over 20 meters per second raised a mass of sand and dust into the air, covering almost all microdistricts of the city of Atyrau.

	A	B	C	D	E	F	G	H	AO	AP	AQ	AR
1	Date of EWE (mm/yyyy or dd/mm/yyyy)	Region (select from list)	EWE (e.g., drought, flood) (select from list)	Source (e.g., institution, website)	Author	Date of registry	(Physical) damage description	Description of quantified damage or persons affected (see next columns) (select from list)	2022	2023	2024	2025
3074	22.08.2023	North KZ	Inundation	xa-i-deficit-vody-v-kazakhstane-tolko-	Svetlana	02.11.2024	Drought and water shortage in Kazakhstan:					
3075	22.08.2023	Jambyl	Drought	xa-i-deficit-vody-v-kazakhstane-tolko-	Svetlana	02.11.2024	Drought and water shortage in Kazakhstan:					
3076	08.06.2023	East KZ	Forest fire	ews/opublikovanyi-foto-14-	Svetlana	02.11.2024	On June 8, 2023, a large forest fire broke	Persons died (number)	14			
3077	08.06.2023	East KZ	Forest fire	oblasti-abay-proishodit-meste-	Svetlana	02.11.2024	14 dead employees of Semey Ormany. 63	Total damage (Million Tenge)	161000			
3078	06.08.2024	Astana	(downpour)	ews/ulitsyi-astanyl-zatopilo-posle-	Svetlana	01.11.2024	Astana streets flooded after rain					
3079	30.04.2024	West KZ	Inundation	449708-kakoy-ushcherb-pavodki-	Svetlana	02.11.2024	The Akimat of the West Kazakhstan Region	Transport (Million Tenge)	1000			
3080	30.04.2024	West KZ	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	12 social institutions, 53 transport	Buildings (Million Tenge)	3700			
3081	30.04.2024	West KZ	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In the West Kazakhstan region	Buildings (Million Tenge)	3700			
3082	30.04.2024	West KZ	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In the West Kazakhstan region	Agriculture (Million Tenge)	151			
3083	30.04.2024	Aktobe	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In the Aktobe region, 4,087 real estate	Buildings (Million Tenge)	9000			
3084	30.04.2024	Aktobe	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In Aktobe region as a result of floods...	Buildings (Million Tenge)	8000			
3085	30.04.2024	Aktobe	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In the Aktobe region, as a result of	Agriculture (Million Tenge)	1098			
3086	30.04.2024	Aktobe	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In Aktobe region, 7 schools and 6	Buildings (Million Tenge)	6200			
3087	30.04.2024	Aktobe	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	in Aktobe region... Compensation for	Buildings (Million Tenge)	1400			
3088	30.04.2024	Atyrau	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	... during a working visit to the Atyrau	Buildings (Million Tenge)	1300			
3089	30.04.2024	Atyrau	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	... as part of a working visit to the Atyrau	Transport (Million Tenge)	5900			
3090	30.04.2024	Kostanay	Inundation	https://primeminister.kz/ru/news/	Svetlana	02.11.2024	In Kostanay region, 1 school and 1	Buildings (Million Tenge)	897			
3091	06.10.2024	Karaganda	Forest fire	451553-krupnyy-pozhar-v-	Svetlana	02.11.2024	Situations reported that while	Persons died (number)	1			
3092	06.10.2024	Karaganda	Forest fire	451553-krupnyy-pozhar-v-	Svetlana	02.11.2024	Situations reported that while	Persons injured (number)	4			
3093	09.04.2020	Almaty City	Avalanches	ews/lavina-soshla-v-gorah-almatyi-	Svetlana	02.11.2024	spontaneously descended in the basin of					
3094	17.02.2020	Almaty City	Avalanches	ews/7-lavin-soshlo-v-gorah-almatyi-	Svetlana	02.11.2024	period of February 16-17, seven snow					

Источник: ClimateDamageDatabase_MapView_2024.xlsx