

Приложение № 14
к отчету о результатах
экспертно-аналитического мероприятия
«Анализ факторов, влияющих на повышение
энергоэффективности многоквартирных
домов, в условиях глобального
энергоперехода»

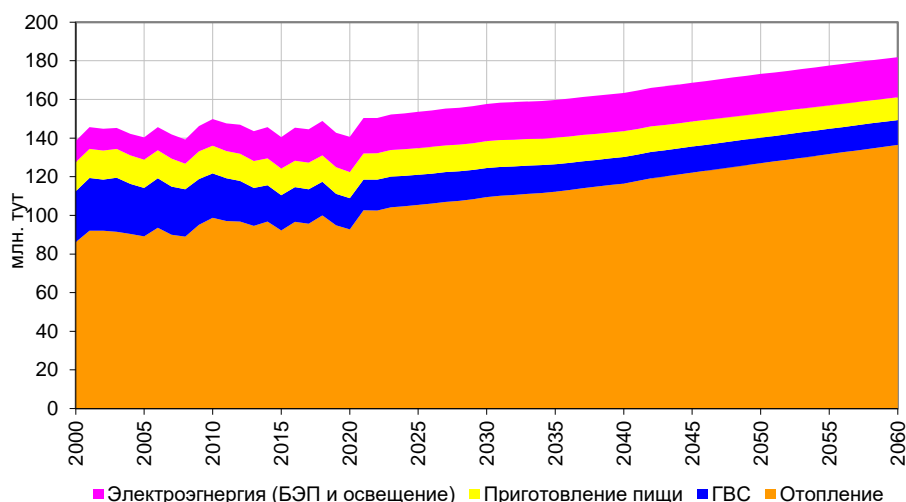
**Сценарные расчеты возможной реализации потенциала экономии энергии
на МКД на перспективу до 2050-2060 гг.**

RESBUILD – это детализированная имитационная инженерно-экономическая модель (bottom-up) для жилых зданий России. В ней выделены два типа жилых зданий – МКД и индивидуальные (включая блокированные), 9 процессов потребления энергии (отопление, ГВС, приготовление пищи, освещение, холодильники и морозильники, стиральные машины, кондиционирование, телевизоры и прочие электробытовые приборы), а также 4 вида оборудования для выработки электрической и тепловой энергии на ВИЭ в самих зданиях (тепловые насосы, солнечные водоподогреватели, фотоэлектрические панели и мини-ВЭС). Расчетный шаг модели равен одному году, а горизонт прогнозирования – до 2060 г. Параметры RESBUILD откалиброваны на данных российской статистики за 2000-2021 годы. Модель хорошо аппроксимирует реальную ретроспективную эволюцию потребления энергии в жилом секторе. Реальное потребление по трем процессам – отопление, ГВС и прочие нужды – оценивается в процессе формирования ЕТЭБ (единого топливно-энергетического баланса России).

Модель RESBUILD в максимально возможной степени базируется на данных статистики по жилому фонду («1-жилфонд», «1-КР») и потреблению энергии жилыми зданиями («22-ЖКХ», «1-ТЕП», «4-ТЭР», электробаланс и др.), данных комплексных обследований домохозяйств Росстатом. Модель RESBUILD постоянно развивается и многократно применялась для проведения расчетов по разным российским и международным проектам.

В сценарии «Действующие меры политики» после продолжительной стабилизации в 2000-2020 гг., потребление энергии жилым сектором к 2060 г. вырастет на 18% по сравнению с уровнем 2021 г. и достигнет 181 млн туг. Главным драйвером этого роста является рост потребности в отоплении жилого фонда (+33%), площадь которого за эти годы растет с 4 млрд м² в 2021 г. до более 7 млрд м² в 2060 г., или на 76%. Снижение численности населения и прогресс в повышении эффективности использования энергии на цели ГВС (-18%) и пищевого приготовления (-13%) позволяют не наращивать потребление энергии на эти цели. Электрификация жилого фонда практически компенсируется повышением эффективности использования электроэнергии, и поэтому потребление электроэнергии почти не растет.

Потребление энергии зданиями по процессам в сценарии «Действующие меры политики»:

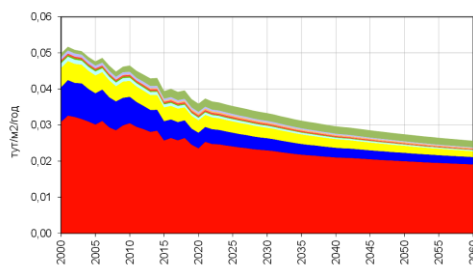


Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

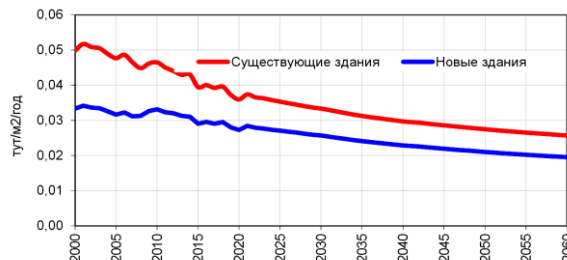
В сценарии «Действующие меры политики» процесс снижения удельных расходов энергии в жилых зданиях заметно замедляется. В 2000-2021 гг. он снижался на 1,4% в год, в т.ч. за счет оснащения зданий приборами учета, средствами регулирования и повышения параметров теплозащиты вновь вводимых зданий. В данном сценарии в 2021-2060 гг. темп снижения удельного потребления энергии сокращается до 1%, а темп

снижения удельного расхода энергии на цели отопления снижается до 1% в период до 2030 г. и до 0,4-0,5% в 50-х годах.

Удельное потребление энергии зданиями в сценарии «Действующие меры политики»:



(а) по процессам



(б) по типам зданий

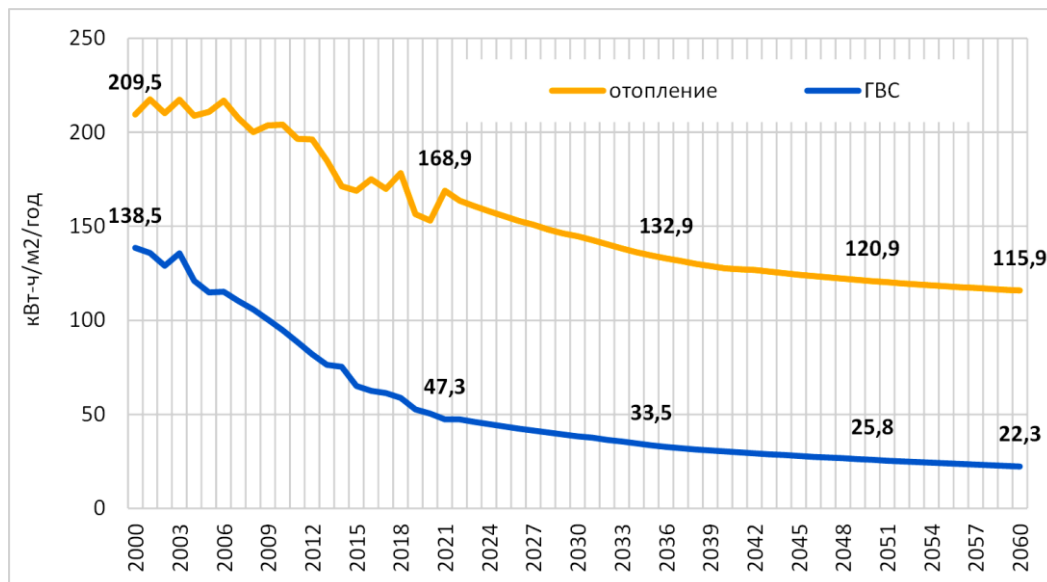
Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

К 2060 г. удельное потребление энергии снизится до 19,5 кгут/м² для новых зданий и до 25,7 кгут/м² для существующих. Среднее удельное потребление энергии к 2060 г. снизится на 31%, а среднее потребление энергии на отопление помещений – на 25%. В структуре энергопотребления продолжит преобладать отопление помещений: 75% в 2060 г.

Удельное потребление энергии в МКД на нужды отопления и ГВС снизится с 215 кВт-ч/м²/год в 2021 г. до 138 кВт-ч/м²/год в 2060 г., или на 36%. Вклад повышения энергоэффективности в это снижение будет ограничен. Активизация политики повышения энергоэффективности в зданиях после 2010 г. позволила заметно снизить удельные расходы энергии. Сворачивание усилий в этом направлении после 2014 г. проявилось в замедлении снижения удельных расходов энергии в МКД. На перспективу снижение сохранится, но в сценарии «Действующие меры политики» оно будет очень умеренным. По отоплению удельное потребление энергии в МКД снизится в 2021-2060 гг. с 169 до 116 кВт-ч/м²/год в основном благодаря введенным ранее требованиям для новых МКД, которые стали заметно более энергоэффективными, чем построенные до 2000 г. В части ГВС удельное потребление энергии на одного человека снизится только с 1,13 до 1,03 Гкал/чел/год, а вот в расчете на площадь – с 47 до 22 кВт-

ч/м²/год за счет роста средней обеспеченности жилой площадью почти в 2 раза: с 28 до 54 м²/чел. в 2021-2060 гг.

Удельное потребление энергии в МКД на нужды отопления и ГВС в сценарии «Действующие меры политики»:



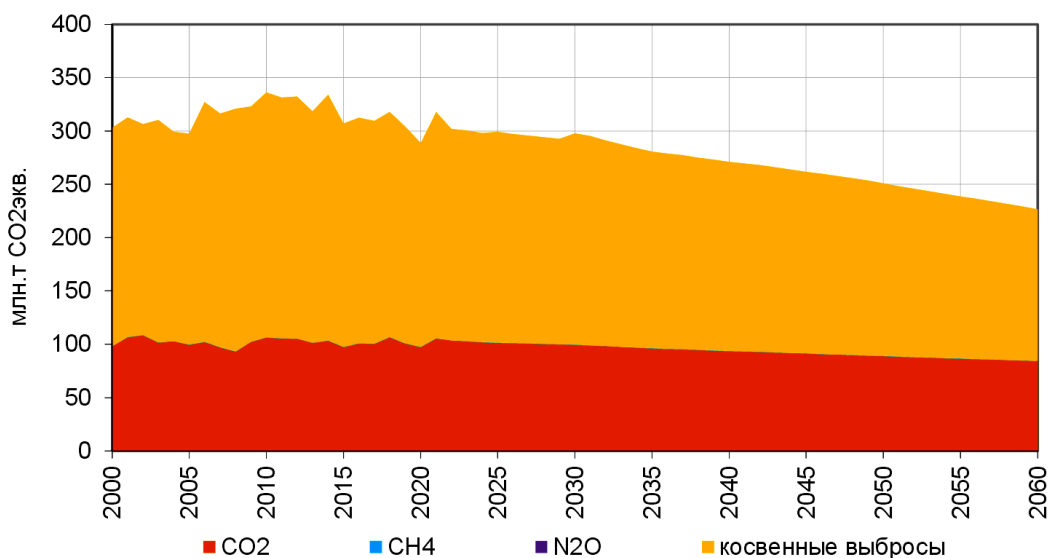
Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-ХХІ.

Прямые выбросы ПГ от сжигания топлива в жилых зданиях в 2021 г. оценены равными 105 млн тСО₂-экв. За счет замещения топлива в процессах электрификации и сохранения высокого уровня теплофикации зданий они будут постепенно снижаться до 96 млн тСО₂-экв. в 2035 г., до 89 млн тСО₂-экв. в 2050 г. и до 84 млн тСО₂-экв. к 2060 г. Некоторый спад жилищного строительства в 2020-е годы не останавливает роста площади жилых зданий и энергопотребления. Потребление природного газа для отопления помещений, ГВС и приготовления пищи в 2021 г. составило основную часть (91%) прямых выбросов. Выбросы ПГ от сжигания других видов топлива (уголь, СПГ и т.д.) невелики и также будут снижаться. Удельные прямые выбросы ПГ снизятся в 2021-2060 гг. с 26,1 до 11,8 кгСО₂-экв./м² общей жилой площади, или на 55%.

Основная часть выбросов ПГ от использования энергии в жилых зданиях – 67% в 2021 г. – приходится на косвенные выбросы, т.е. выбросы ПГ в процессах производства электрической и тепловой энергии, которые

потребляются в жилых зданиях. Эти выбросы определяются как объемами использования электрической и тепловой энергии в зданиях, так и прогрессом в декарбонизации российской электро- и теплоэнергетики. Снижение удельных выбросов ПГ в этих отраслях¹ позволяет сокращать косвенные выбросы, при том что потребление электроэнергии сохраняется относительно стабильным, а потребление тепловой энергии растет. Косвенные выбросы ПГ снижаются с 212 млн тСО₂-экв. в 2021 г. до 184 млн тСО₂-экв. в 2035 г., 162 млн тСО₂-экв. в 2050 г. и до 142 млн тСО₂-экв. к 2060 г.

Прямые и косвенные выбросы ПГ от потребления энергии в зданиях в сценарии «Действующие меры политики»:



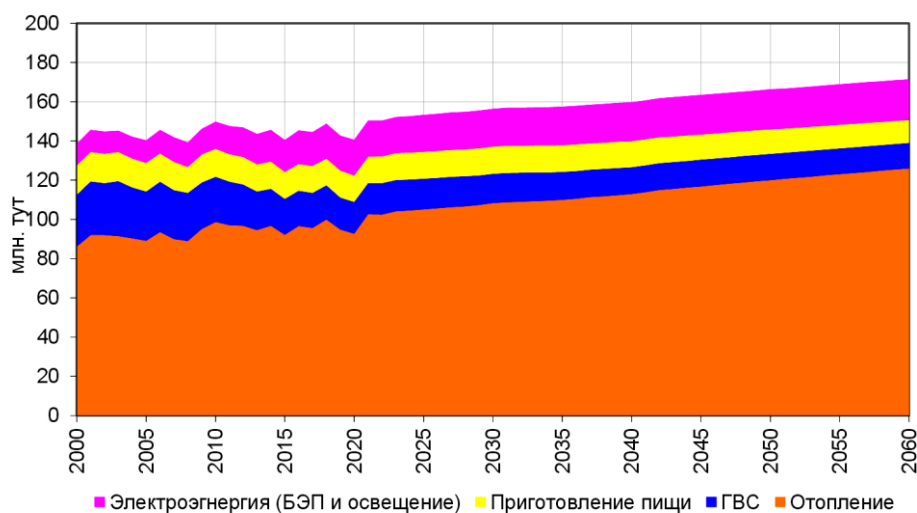
Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

Суммарные прямые и косвенные выбросы ПГ, сопряженные с использованием энергии в жилых зданиях, в сценарии «Действующие меры политики» снижаются с 318 млн тСО₂-экв. в 2021 г. до 284 млн тСО₂-экв. в 2035 г., 251 млн тСО₂-экв. в 2050 г. и до 227 млн тСО₂-экв. к 2060 г. Суммарные выбросы ПГ в 2022-2060 гг. составляют 10,48 ГтСО₂-экв. Удельные прямые и косвенные выбросы снижаются с 79 до 32 кгСО₂-экв./м², или на 60%.

¹ Bashmakov I., V. Bashmakov, K. Borisov, M. Dzedzichuk, A. Lunin, I. Govor. 2022. Russia's carbon neutrality: pathways to 2060. CENef-XXI. <https://cenef-xxi.ru/articles/russia's-carbon-neutrality:-pathways-to-2060>

В сценарии «Глубокая и широкая реновация» потребление энергии жилым сектором к 2060 г. вырастет на 12% по сравнению с уровнем 2021 г. и достигнет 171 млн туг. Главным драйвером этого роста является рост потребности в отоплении жилого фонда (+23%). «Глубокая и широкая реновация» позволяет ограничить рост потребности в энергии на нужды отопления на 10% по сравнению со сценарием «Действующие меры политики». Охват программами капитального ремонта индивидуальных зданий позволил бы получить еще более весомый эффект.

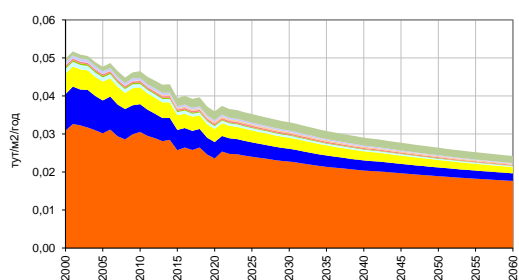
Потребление энергии зданиями по процессам в сценарии «Глубокая и широкая реновация»:



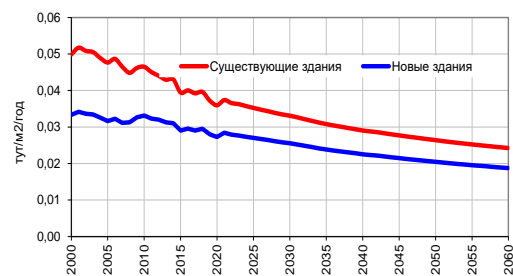
Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

В сценарии «Глубокая и широкая реновация» удельное потребление энергии снизится к 2060 г. до 18,9 кгуг/м² для новых зданий и до 24,2 кгуг/м² для существующих. Снижение среднего удельного потребления энергии к 2060 г. превысит 35%, а среднее потребление энергии на отопление помещений – на 30% (25% в сценарии «Действующие меры политики»).

Удельное потребление энергии зданиями в сценарии «Глубокая и широкая реновация»:



(а) по процессам

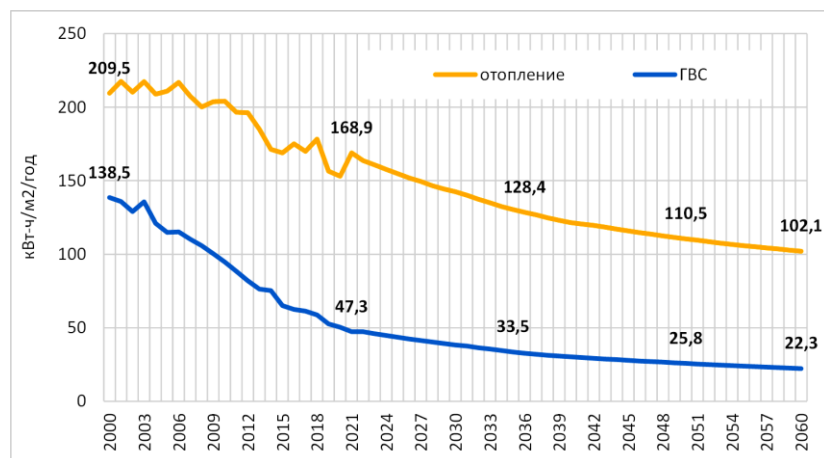


(б) по типам зданий

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-ХХІ.

Удельное потребление энергии на нужды отопления в МКД снизится с 169 кВт-ч/м²/год в 2021 г. до 102 кВт-ч/м²/год в 2060 г., или на 40%. Чем динамичнее снижается удельный расход на нужды отопления, тем сложнее дается его дальнейшее снижение. По сравнению со сценарием «Действующие меры политики» удастся дополнительно снизить удельный расход на эти цели на 12,7 кВт-ч/м²/год, или на 12%. Дополнительные меры в отношении ГВС не рассматривались, поэтому удельный показатель для ГВС не изменился.

Удельное потребление энергии в МКД на нужды отопления и ГВС в сценарии «Глубокая и широкая реновация»:

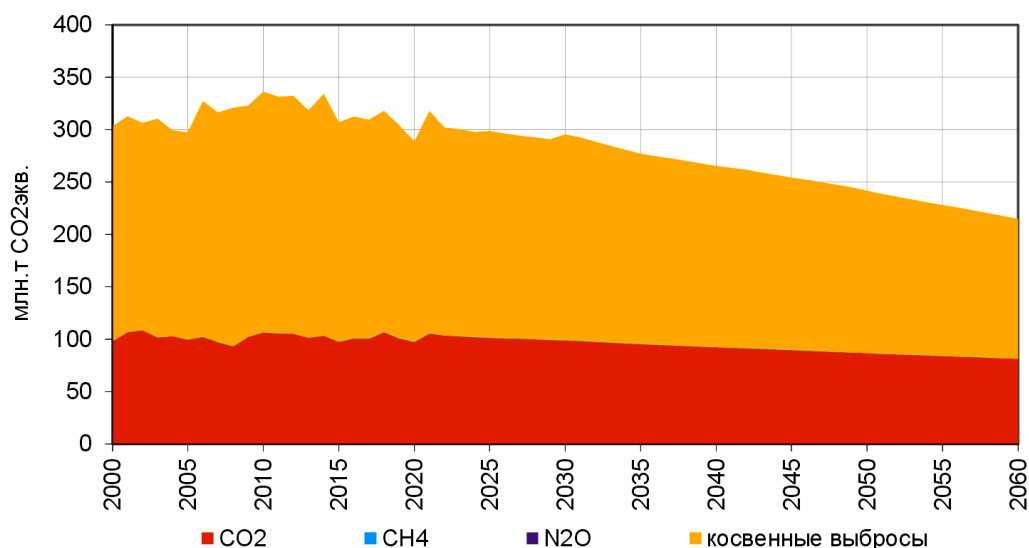


Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-ХХІ.

В сценарии «Глубокая и широкая реновация» прямые и косвенные выбросы ПГ, связанные с использованием энергии в жилых зданиях, снижаются с 318 млн тСО₂-экв. в 2021 г. до 215 млн тСО₂-экв. к 2060 г. Кумулятивные выбросы ПГ в 2022-2060 гг. составляют 10,22 ГтСО₂-экв. против 10,48 ГтСО₂-экв. в сценарии «Действующие меры политики». Таким

образом, за счет мер сценария удастся суммарно снизить выбросы ПГ на 260 млн тCO₂-экв. То есть экономия на выбросах равна среднегодовому их объему.

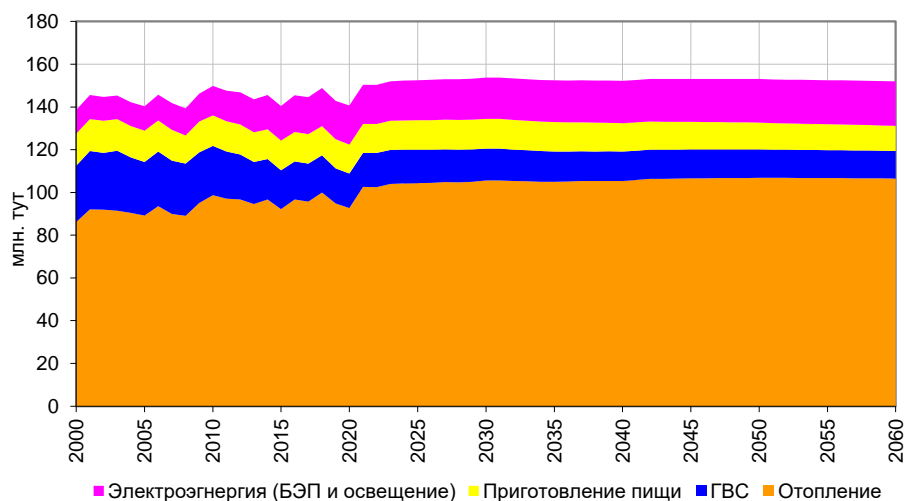
Прямые и косвенные выбросы ПГ от потребления энергии в зданиях в сценарии «Глубокая и широкая реновация»:



Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

В сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий» удастся добиться декарпинга в отношении энергии, т.е. стабилизации потребления энергии жилым сектором при росте жилой площади на 76%. В 2060 г. потребление энергии остается на уровне 2021 г. – 151 млн т. Рост требований по энергоэффективности при новом строительстве позволяет полностью «срезать» дополнительную потребность в энергии. В сценарии «Действующие меры политики» этот рост был равен 28%, а в сценарии «Глубокая и широкая реновация» – 10%. Потребность в энергии на отопление зданий растет на 4% в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий» против 33% в сценарии «Действующие меры политики». Снижение потребности на нужды ГВС и пищевого приготовления позволяет блокировать рост суммарного потребления энергии.

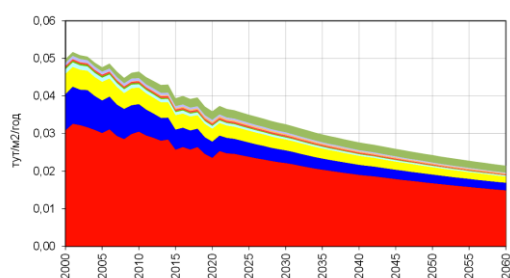
Потребление энергии зданиями по процессам в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий»:



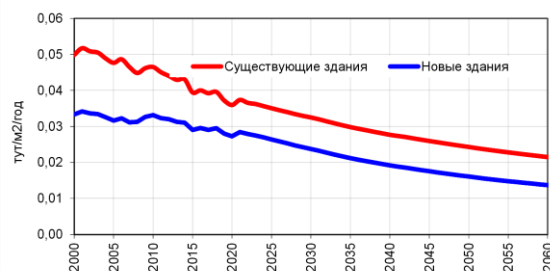
Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

К 2060 г. удельное потребление энергии в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий» снизится до 13,7 кгт/м² для новых зданий и до 21,5 кгт/м² для существующих. Снижение среднего удельного потребления энергии к 2060 г. превысит 42%, а среднего потребления энергии на отопление помещений – на 41% (25% в сценарии «Действующие меры политики»).

Удельное потребление энергии зданиями в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий»:



(а) по процессам

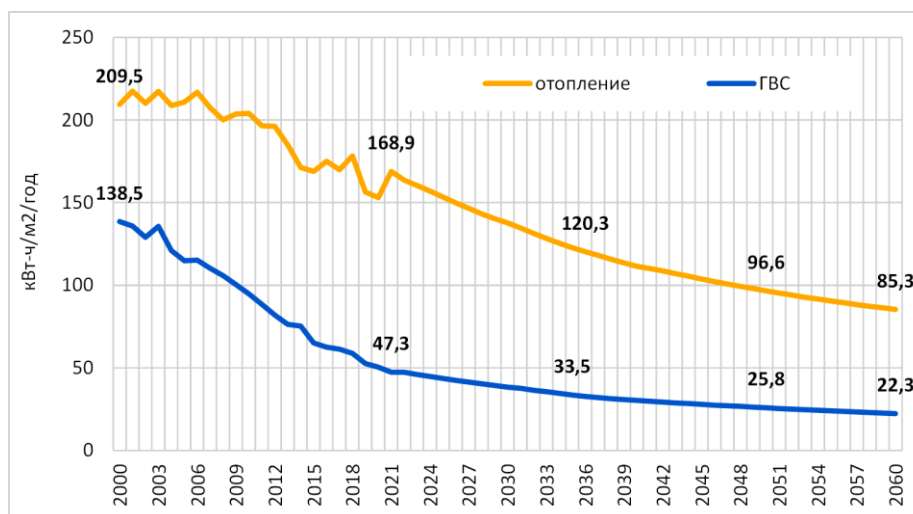


(б) по типам зданий

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

Удельное потребление энергии в МКД на нужды отопления снизится в 2 раза – с 169 кВт-ч/м²/год в 2021 г. до 85 кВт-ч/м²/год в 2060 г. По сравнению со сценарием «Действующие меры политики» за счет новых мер политики удастся дополнительно снизить удельный расход на эти цели на 30,6 кВт-ч/м²/год, или на 26%.

Удельное потребление энергии в МКД на нужды отопления и ГВС в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий»:

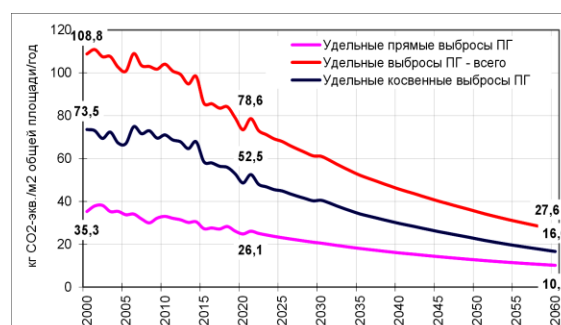
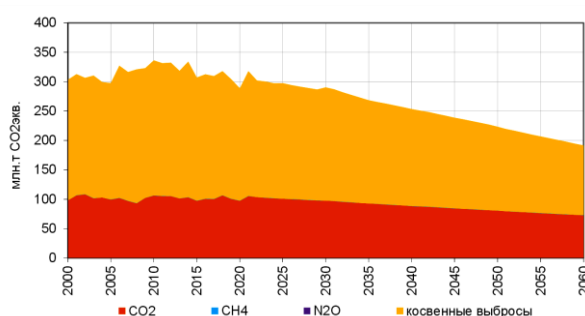


Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-ХХІ.

В сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий» прямые и косвенные выбросы ПГ, связанные с использованием энергии в жилых зданиях, снижаются с 318 млн тСО₂-экв. в 2021 г. до 192 млн тСО₂-экв. к 2060 г. Кумулятивные выбросы ПГ в 2022-2060 гг. составляют 9,76 ГтСО₂-экв. против 10,48 ГтСО₂-экв. в сценарии «Действующие меры политики». Таким образом, за счет мер сценария удастся суммарно за эти годы снизить выбросы ПГ на 720 млн тСО₂-экв. Экономия на выбросах равна трехлетнему объему выбросов ПГ от жилых зданий России и превышает годовые выбросы СО₂ от сжигания топлива во всех секторах в таких крупных странах, как Германия, Иран или Южная Корея (600-650 млн тСО₂).

Значительно сильнее снижаются удельные выбросы ПГ.

Прямые и косвенные выбросы ПГ от потребления энергии в зданиях в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий»:



а) абсолютные значения

а) удельные выбросы

Источник: Расчеты ЦЭНЭФ-XXI.

Дальнейшее снижение выбросов ПГ в зданиях возможно за счет фактора достаточности (ограничения обеспеченности жильем в разумных размерах), низкоуглеродной электрификации бытовых процессов и замещения на этой основе потребности в топливе, оснащения зданий котлами на биотопливе, тепловыми насосами, солнечными водоподогревателями, фотоэлектрическими установками и мини-ВЭС на прилегающих земельных участках. К 2060 г. собственная генерация электрической энергии может достичь 45 млрд кВт-ч, или более четверти суммарной потребности зданий в электроэнергии. Эти меры позволяют снизить прямые выбросы ПГ к 2060 г. с 75 млн тСО₂-экв. в сценарии «Активное строительство «пассивных» зданий» до 35 млн тСО₂-экв. в сценарии низкоуглеродной трансформации.²

² Bashmakov I., V. Bashmakov, K. Borisov, M. Dzedzichuk, A. Lunin, I. Govor. 2022. Russia's carbon neutrality: pathways to 2060. CENef-XXI. <https://cenef-xxi.ru/articles/russia's-carbon-neutrality:-pathways-to-2060>.