

3. Изменение климата

Температура воздуха

Данный показатель характеризует среднегодовую температуру воздуха, ее изменение на протяжении определенного периода времени и отклонение от среднего многолетнего значения как по стране в целом, так и по отдельным регионам.

В период 2005–2009 гг. в Беларуси продолжалось потепление климата, начавшееся в конце 1980-х годов. Среднегодовая температура воздуха в эти годы изменялась в пределах 6,8–8,0 °С, что выше многолетней климатической нормы на 1,0–2,0 °С (рис. 3.1). При этом 2008 г. наряду с 1989 г. стал самым теплым за весь период метеонаблюдений.

Среди областей Беларуси наиболее теплыми являются Брестская и Гомельская. В период 2005–2009 гг. среднегодовые температуры воздуха в них составляли соответственно 7,2–8,8 °С и 6,9–8,7 °С. Самая холодная – Витебская область со среднегодовыми температурами 5,7–7,4 °С.

Как следует из рисунка 3.1, наибольшими температурными контрастами в указанные годы характеризовался зимний период. В среднем за зиму температуры изменялись

от -1,0 до -6,4 °С при климатической норме -5,5 °С. Таким образом, отклонения от климатической нормы составляли от -0,9 до 4,5 °С. При этом самой холодной оказалась зима 2005–2006 гг. со средней температурой воздуха -6,4 °С и отклонением от климатической нормы -0,9 °С. Самой теплой была зима 2007–2008 гг. со средней температурой -1,0 °С и отклонением от климатической нормы 4,5 °С.

Для отдельных областей Беларуси средняя температура зимы изменялась в еще большей степени (табл. 3.1). Наиболее холодные зимы во все годы рассматриваемого периода были характерны для Могилевской области (от -1,9 до -7,2 °С), наиболее теплые – для Брестской (от -0,1 до -5,5 °С). Для этих же областей характерны и наблюдавшиеся предельные значения средней температуры зимы за весь период метеонаблюдений.

Весна в Беларуси в период 2005–2009 гг. характеризовалась средними температурами воздуха от 5,5 до 8,9 °С и отклонениями от климатической нормы от -0,2 до 3,2 °С (климатическая норма 5,7 °С). Самой теплой была весна 2007 г., самой холодной – 2006 г.

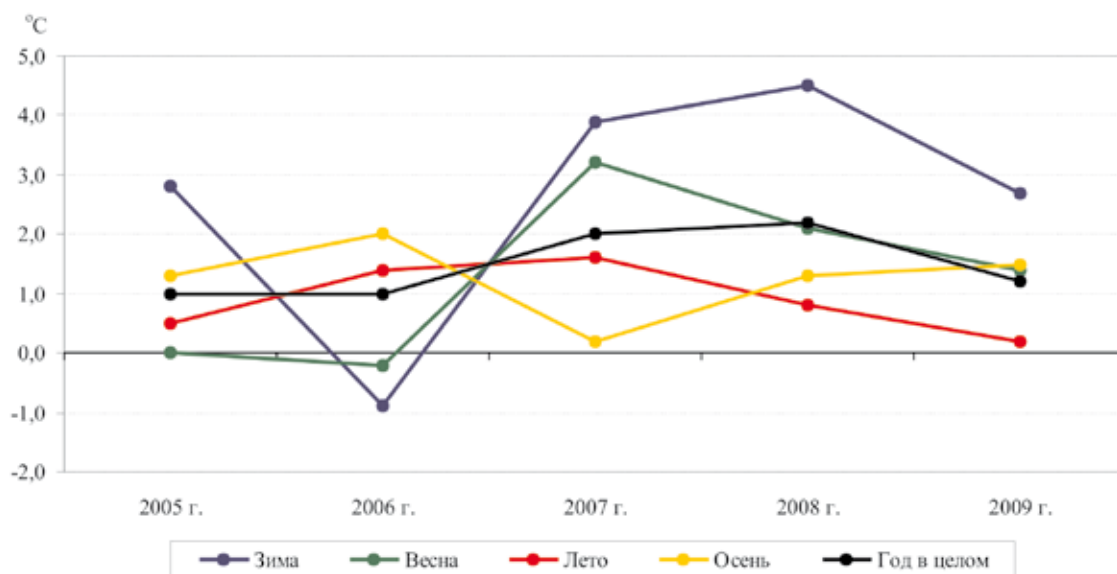


Рис. 3.1. Отклонение среднегодовой и средней за сезон температуры воздуха в Беларуси от климатической нормы в период 2005–2009 гг.

Таблица 3.1

**Среднегодовая температура воздуха по административным областям Беларуси
в 2005–2009 гг., °С**

| Область | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | Наблюдавшееся предельное значение | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | | | | | макси- мальное | год | мини- мальное | год |
| Зима | | | | | | | | | |
| Витебская | -3,3 | -7,2 | -2,6 | -1,3 | -3,3 | -1,1 | 1989 / 90 | -11,1 | 1984 / 85 |
| Минская | -2,8 | -6,5 | -1,7 | -1,0 | -3,0 | -0,2 | 1989 / 90 | -10,5 | 1984 / 85 |
| Гродненская | -2,0 | -5,9 | -0,9 | -0,4 | -2,6 | 0,6 | 1989 / 90 | -9,7 | 1962 / 63 |
| Могилевская | -3,7 | -7,2 | -2,5 | -1,9 | -3,6 | -1,2 | 1989 / 90 | -11,8 | 1984 / 85 |
| Брестская | -1,8 | -5,5 | -0,1 | -0,3 | -1,9 | 1,3 | 1989 / 90 | -9,6 | 1962 / 63 |
| Гомельская | -2,7 | -6,0 | -1,2 | -1,3 | -2,7 | 0,3 | 1989 / 90 | -10,7 | 1984 / 85 |
| Беларусь | -2,7 | -6,4 | -1,6 | -1,0 | -2,8 | -0,1 | 1989 / 90 | -10,4 | 1984 / 85 |
| Весна | | | | | | | | | |
| Витебская | 4,7 | 4,5 | 8,1 | 6,9 | 6,3 | 8,1 | 2007 | 1,7 | 1952 |
| Минская | 5,4 | 5,2 | 8,6 | 7,5 | 7,0 | 8,6 | 2007 | 2,6 | 1955 |
| Гродненская | 5,7 | 5,4 | 8,9 | 7,6 | 7,3 | 8,9 | 2007 | 2,9 | 1980 |
| Могилевская | 5,4 | 5,0 | 8,6 | 7,7 | 6,6 | 8,7 | 1975 | 2,3 | 1980 |
| Брестская | 6,5 | 6,4 | 9,6 | 8,2 | 8,0 | 9,6 | 2007 | 3,6 | 1980 |
| Гомельская | 6,8 | 6,4 | 9,7 | 8,8 | 8,0 | 9,8 | 1975 | 3,6 | 1952 |
| Беларусь | 5,7 | 5,5 | 8,9 | 7,8 | 7,1 | 8,9 | 2007 | 2,9 | 1980 |
| Лето | | | | | | | | | |
| Витебская | 16,8 | 17,6 | 17,6 | 16,8 | 16,1 | 19,0 | 1999 | 14,2 | 1962 |
| Минская | 17,2 | 18,2 | 18,4 | 17,3 | 16,8 | 19,7 | 1999 | 14,6 | 1962 |
| Гродненская | 17,0 | 18,2 | 18,1 | 17,2 | 16,8 | 18,8 | 1999 | 14,7 | 1962 |
| Могилевская | 17,1 | 17,8 | 18,2 | 17,5 | 16,8 | 19,3 | 1999 | 14,9 | 1993 |
| Брестская | 17,6 | 18,6 | 18,8 | 18,0 | 17,6 | 19,4 | 1999 | 15,4 | 1962 |
| Гомельская | 18,1 | 18,7 | 19,4 | 18,6 | 18,1 | 20,1 | 1999 | 15,8 | 1962 |
| Беларусь | 17,3 | 18,2 | 18,4 | 17,6 | 17,0 | 19,4 | 1999 | 14,9 | 1962 |
| Осень | | | | | | | | | |
| Витебская | 7,1 | 7,9 | 5,9 | 7,1 | 7,2 | 8,3 | 1967 | 2,3 | 1993 |
| Минская | 7,5 | 8,2 | 6,4 | 7,5 | 7,6 | 8,9 | 1967 | 3,0 | 1993 |
| Гродненская | 7,9 | 9,0 | 6,7 | 7,9 | 7,6 | 9,3 | 1967 | 3,8 | 1993 |
| Могилевская | 7,1 | 7,6 | 6,1 | 7,1 | 7,8 | 8,4 | 1967 | 2,2 | 1993 |
| Брестская | 8,1 | 9,2 | 7,0 | 8,1 | 8,2 | 9,8 | 1967 | 4,6 | 1993 |
| Гомельская | 7,8 | 8,4 | 7,0 | 7,8 | 8,6 | 9,3 | 1967 | 3,5 | 1993 |
| Беларусь | 7,6 | 8,3 | 6,5 | 7,6 | 7,8 | 9,0 | 1967 | 3,2 | 1993 |



При этом весна 2007 г. оказалась самой теплой за весь период метеонаблюдений в Беларуси как в целом для страны, так и для четырех из шести областей (Витебской, Минской, Гродненской и Брестской) (см. табл. 3.1).

Региональные различия весенних температур также были достаточно контрастными: наиболее высокие температуры во все годы были характерны для Гомельской области (6,4–9,7 °C), наиболее низкие – для Витебской (4,5–8,1 °C). При этом разница средних максимальных и минимальных температур составляла 1,6–2,1 °C.

Средние температуры воздуха лета в период 2005–2009 гг. в Беларуси составляли

от 17,0 до 18,4 °C, отклонения от климатической нормы – от 0,2 до 1,6 °C (климатическая норма 16,8 °C). Самым теплым было лето 2007 г., самым холодным – 2009 г.

Среди областей Беларуси наиболее теплое лето в рассматриваемый период было характерно для Гомельской области (средние температуры от 18,1 до 19,4 °C), наиболее холодное – для Витебской (средние температуры от 16,1 до 17,6 °C).

Осень в Беларуси в период 2005–2009 гг. характеризовалась средними температурами воздуха от 6,5 до 8,3 °C и отклонениями от климатической нормы от 0,2 до 2,0 °C (климатическая норма 6,3 °C). Самой теплой оказалась осень 2006 г., самой холодной – 2007 г.

Региональные различия в отношении средних осенних температур воздуха в Беларуси проявляются следующим образом: наиболее теплая осень характерна для Брестской и Гомельской областей (средние температуры соответственно 7,0–9,2 °C и 7,0–8,6 °C), наиболее холодная – для Витебской и Могилевской (соответственно 5,9–7,9 °C и 6,1–7,8 °C).

Таким образом, проведенный анализ данных о среднегодовых, а также средних за сезон температурах воздуха в Беларуси в период 2005–2009 гг. (рис. 3.1) позволил сделать следующие выводы:

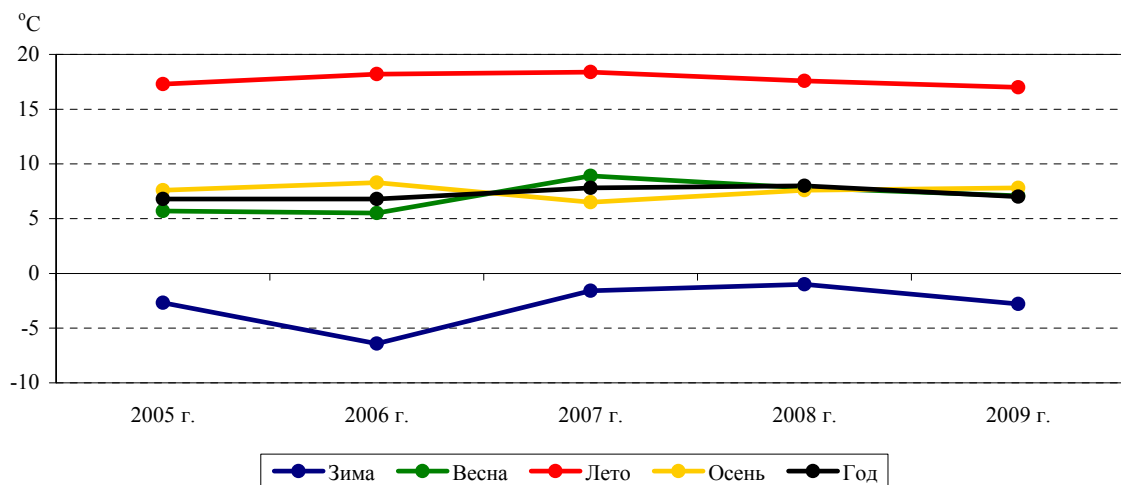


Рис. 3.2. Изменение среднегодовой и средней за сезон температуры воздуха в Беларуси в 2005–2009 гг.



также средних за сезон температур воздуха отсутствуют.

Атмосферные осадки

Анализ многолетних наблюдений за основными климатическими характеристиками, такими как атмосферные осадки, температура и влажность воздуха, позволяет не только судить об изменении структуры осадков на определенной территории, но и оценивать динамику изменения количества осадков в будущем, а также связанные с этим климатические изменения.

В период 2005–2009 гг. годовое количество атмосферных осадков в целом для Беларуси изменялось от 638 до 811 мм. При этом самым «влажным» оказался 2009 г. (124% от климатической нормы). Количество осадков в 2005–2007 гг. было близко к климатической норме (97–99%), в 2008 г. — незначительно превышало ее (105%) (рис. 3.3).

Пространственное распределение как годового количества атмосферных осадков, так и количества осадков по отдельным сезонам по областям Беларуси более равномерно, чем температуры воздуха. Для рассматриваемого периода времени выделить какие-либо региональные различия в

- период 2005–2009 гг. не стал исключением из череды теплых лет периода потепления, начавшегося в конце 1980-х годов: среднегодовая температура воздуха в этот период превышала климатическую норму на 1,0–2,0 °С, ниже климатической нормы оказались только зима и весна 2006 г.;
- 2008 г. наряду с 1989 г. стал самым теплым за весь период метеонаблюдений главным образом за счет теплой зимы;
- весна 2007 г. оказалась самой теплой за весь период метеонаблюдений в Беларуси;
- в рассматриваемый период какие-либо выраженные тренды среднегодовых, а

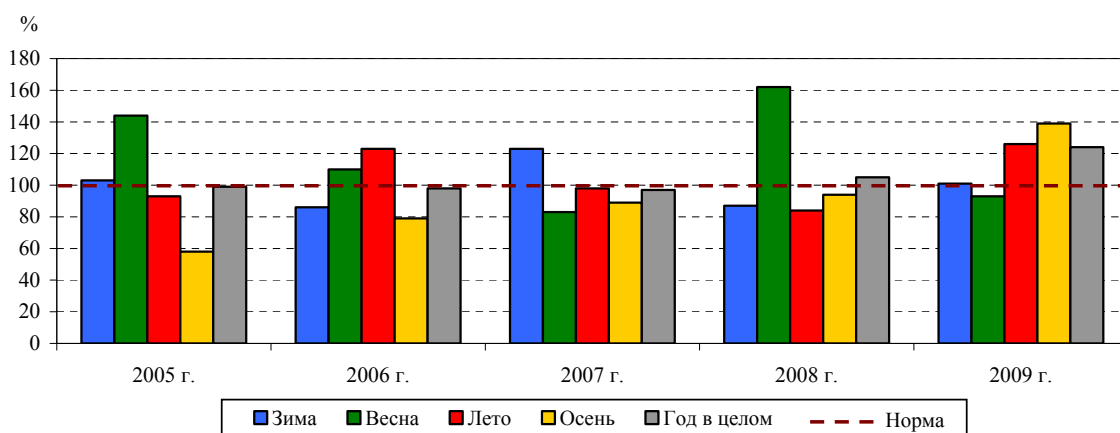


Рис. 3.3. Отклонение годового количества осадков и количества осадков для отдельных сезонов от климатической нормы в 2005–2009 гг.

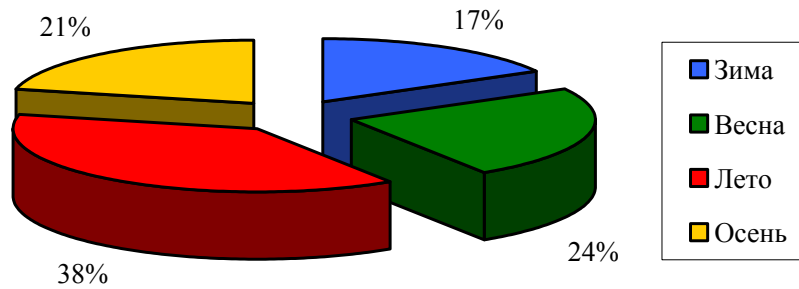


Рис. 3.4. Распределение годового количества атмосферных осадков в Беларуси по сезонам в 2005–2009 гг.

отношении поступления атмосферных осадков затруднительно.

Из общего количества атмосферных осадков, выпадающих на территории Беларуси за год, менее 20% приходится на зимний период (рис. 3.4). Наибольшим количеством осадков характеризовалась зима 2006–2007 гг. – 141 мм, или 123% от нормы. Зимы 2005–2006 и 2007–2008 гг. отличались малым количеством осадков – 99–100 мм, или 86–87% от нормы. Количество осадков зимой 2004–2005 и 2008–2009 гг. приближалось к климатической норме – 116–119 мм, или 101–103% (норма – 115 мм).

Примерно одна четвертая часть годового количества атмосферных осадков в Беларуси приходится на весенний период (см. рис. 3.4). В 2005–2009 гг. самой «влажной» оказалась весна 2008 г., когда количество атмосферных осадков

превысило климатическую норму на 62%, составив 224 мм (норма – 139 мм). Такое количество осадков в Беларуси весной было зарегистрировано впервые за весь период метеонаблюдений. «Рекорд» по количеству атмосферных осадков весной 2008 г. оказался побит как в целом для страны, так и отдельно для Витебской, Минской и Могилевской областей.

Количество атмосферных осадков в весенние периоды 2005 и 2006 гг. также превысило климатическую норму (соответственно на 44 и 10%), составив 199 и 152 мм. В 2007 и 2009 гг. количество осадков весной было ниже нормы – соответственно 83 и 93%, или 114 и 129 мм.

На летний период в Беларуси приходится около 40% годового количества атмосферных осадков. Значительным количеством осадков характеризовалось лето 2006 и

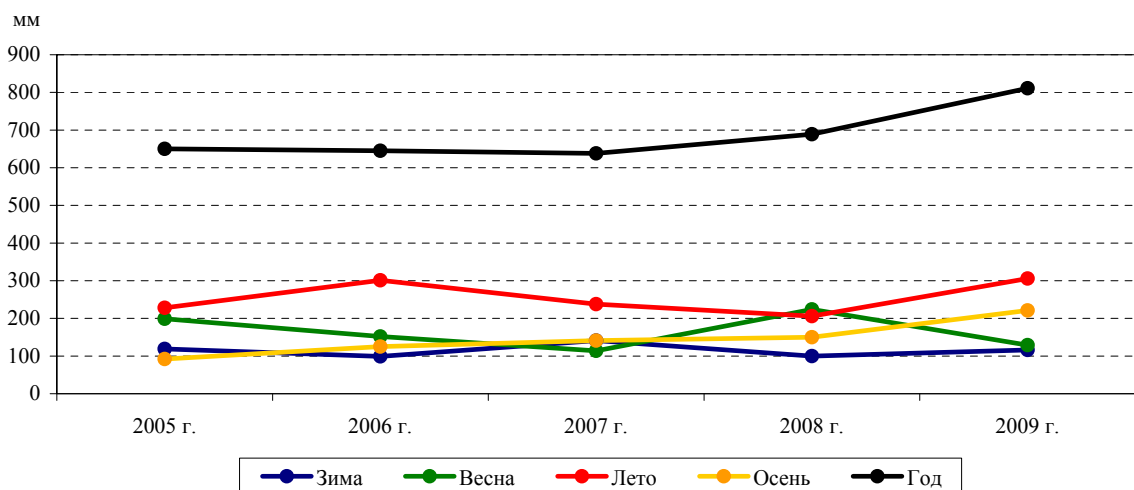


Рис. 3.5. Изменение годового и для отдельных сезонов количества атмосферных осадков в Беларуси в 2005–2009 гг.



2009 гг. — соответственно 301 и 306 мм, или 123–126% от нормы (норма — 243 мм). «Недобор» осадков наблюдался летом 2005 и 2008 гг. — соответственно 228 и 206 мм, или 93 и 84% от нормы. Близким к климатической норме было количество осадков летом 2007 г. — 238 мм.

Что касается осеннего периода, то на него в Беларуси приходится около 20% годового количества атмосферных осадков. В 2005–2009 гг. климатическая норма по осенним осадкам была превышена только в 2009 г. — 139%, или 221 мм (при норме 159 мм). В 2005–2008 гг. количество осадков осенью сохранялось ниже нормы — 58–94%, или 92–150 мм.

На *рисунке 3.5* представлена динамика годового и для отдельных сезонов количества атмосферных осадков в Беларуси в 2005–2009 гг. Как видно из рисунка, незначительный положительный тренд характерен для годового количества осадков и для количества осадков весеннего периода.

Проведенный анализ данных о количестве атмосферных осадков в Беларуси в период 2005–2009 гг. позволил сделать следующие выводы:

- период 2005–2008 гг. по годовому количеству атмосферных осадков был близок к климатической норме, в 2009 г. норма была превышена на 24%;

- весной 2008 г. отмечено максимальное количество осадков за весь период

метеонаблюдений как в целом для Беларуси, так и отдельно для Витебской, Минской и Могилевской областей;

- для рассматриваемого периода времени выделить какие-либо региональные различия в отношении поступления атмосферных осадков затруднительно;

- для периода 2005–2009 гг. характерно незначительное увеличение годового количества осадков в Беларуси и количества осадков в весенний период.

Опасные гидрометеорологические явления

Опасные гидрометеорологические явления подразделяются на метеорологические, агрометеорологические и гидрологические. К опасным метеорологическим явлениям относятся сильный ветер (в т.ч. шквалы и смерчи), очень сильный дождь, очень сильный ливень, продолжительный сильный дождь, очень сильный снег, сильные метели, сильный гололед, крупный град, налипание мокрого снега и сложные отложения (слой льда, изморози и мокрого снега), сильный туман, сильный мороз, сильная жара и пыльная буря; к опасным агрометеорологическим — заморозки и засуха; к опасным гидрологическим — высокие уровни воды при половодьях, дождевых паводках, заторах льда и зажорах, низкие уровни воды, а также раннее образование ледостава и появление льда на судоходных реках.

Всего за период времени с 2005 по 2009 гг. на территории Беларуси наблюдалось 72 случая опасных гидрометеорологических явлений, т.е. в среднем 14 случаев ежегодно. Наибольшее количество (20 случаев) отмечалось в 2007 г., наименьшее (по 10 случаев) — в 2005 и 2008 гг.

В рассматриваемый период опасные гидрометеорологические явления на территории Беларуси относились к 9 видам (*рис. 3.6*). На *рисунке 3.6* не указано такое наиболее распространенное опасное агрометеорологическое явление, как заморозки, которое наблюдается каждый год как в

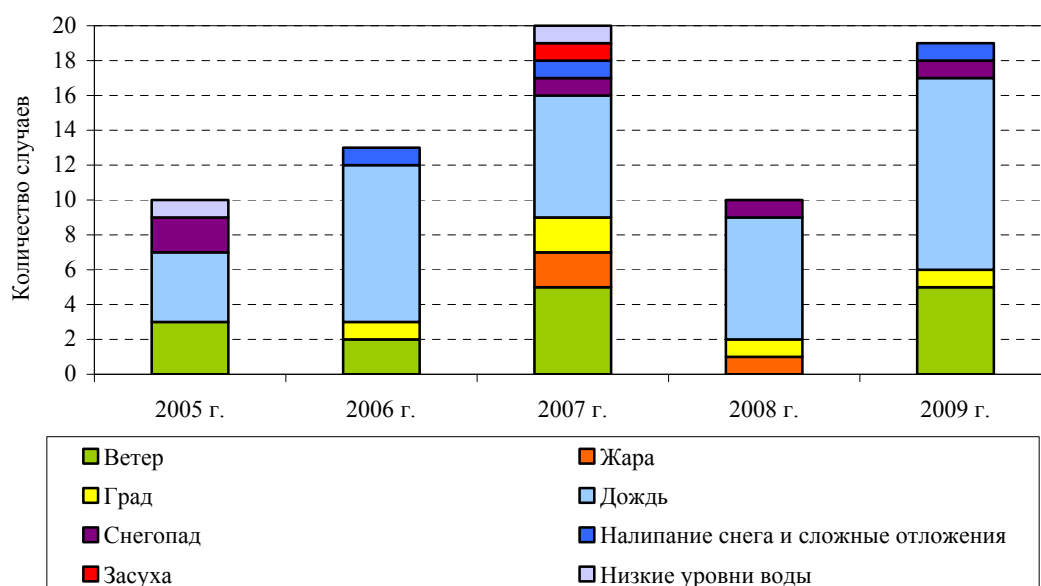


Рис. 3.6. Распределение числа случаев и видов опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси в 2005–2009 гг.

весенний, так и в осенний период во многих районах Беларуси.

Ежегодно и наиболее часто отмечается такое опасное явление, как очень сильный дождь. В 2005–2009 гг. зарегистрировано 38 случаев сильного дождя, в среднем по 7–8 случаев каждый год (наименьшее в 2005 г. – 4 случая, наибольшее в 2009 г. – 11 случаев).

Сильный ветер со скоростью 25 м/с и более (включая шквалы и смерчи) – наиболее разрушительное опасное метеорологическое явление. В период 2005–2009 гг.



на территории Беларуси регистрировалось от 2 до 5 случаев сильного ветра в год. Исключением стал 2008 г., когда данное опасное явление зафиксировано не было.

В последние годы увеличилось количество такого опасного явления, как очень сильный снег. За 2005–2009 гг. зафиксировано 5 случаев сильного снега.

Кроме того, в рассматриваемый период зарегистрировано 5 случаев крупного града, 3 случая налипания мокрого снега и сложных отложений, 3 случая сильной жары, одна засуха и два случая низких уровней воды.

Необходимо отметить, что потепление климата в Беларуси сопровождается увеличением числа ряда опасных метеорологических и агрометеорологических явлений (шквалов, ливневых дождей, заморозков в южной части страны на мелиорированных территориях, засух). В то же время количество других опасных явлений уменьшается (града, тумана, гололедно-изморозевых отложений).

Выбросы парниковых газов

К парниковым газам (ПГ) относятся: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ),

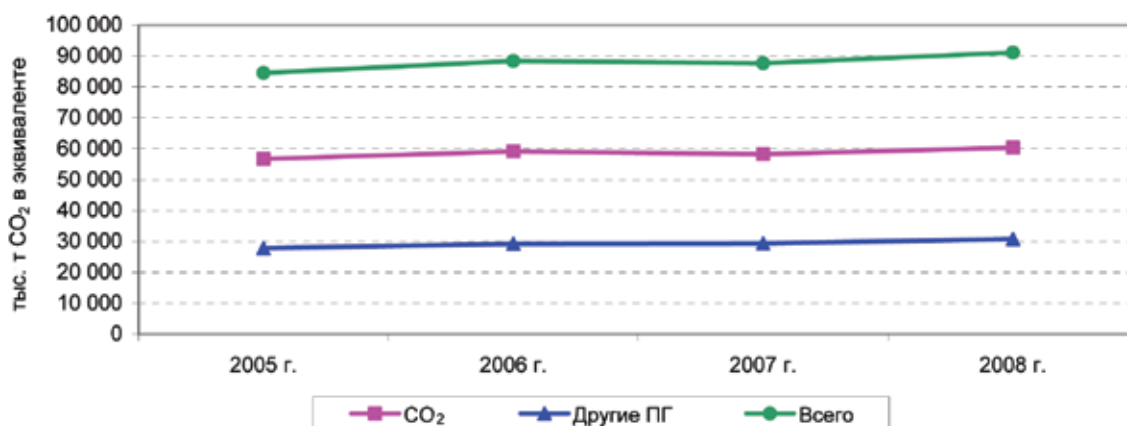


Рис. 3.7. Динамика выбросов парниковых газов в Беларуси в 2005–2008 гг. (без учета поглощения углекислого газа в категории землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство)

перфторуглероды (ПФУ) и шестифтористая сера (SF₆).

Основными источниками выбросов парниковых газов являются следующие сектора: энергетика (CO₂, CH₄, N₂O), промышленность (CO₂, CH₄, N₂O, ПФУ, SF₆), использование растворителей (N₂O), сельское хозяйство (CH₄, N₂O), землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство (CO₂, CH₄, N₂O), отходы (CH₄, N₂O). Такая категория, как землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство одновременно является и источником удаления парниковых газов из атмосферы за счет поглощения их растительностью.

На рисунке 3.7 представлена динамика изменения выбросов парниковых газов в Беларуси в период 2005–2008 гг. (2008 г. — год последней инвентаризации ПГ). Как видно из рисунка, общий выброс

ПГ в рассматриваемый период увеличился с 84,5 млн т в 2005 г. до 91,1 млн т в 2008 г. (без учета поглощения углекислого газа в категории «землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»). С учетом поглощения углекислого газа в категории «землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» общий выброс парниковых газов с 2005 по 2008 г. увеличился с 53,7 млн т до 60,0 млн т.

Основным парниковым газом является диоксид углерода. В общей структуре выбросов ПГ его доля составляет более 66% (рис. 3.8). Примерно 17,5% приходится на закись азота, около 16% — на метан. Выбросы остальных парниковых газов в сумме составляют менее 1%.

В период 2005–2008 гг. как для углекислого газа, так и для остальных парниковых газов отмечается незначительная

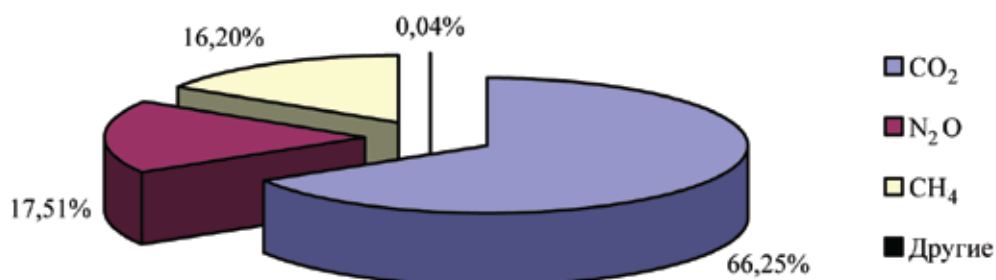


Рис. 3.8. Структура выбросов парниковых газов в Беларуси (по данным 2008 г.)

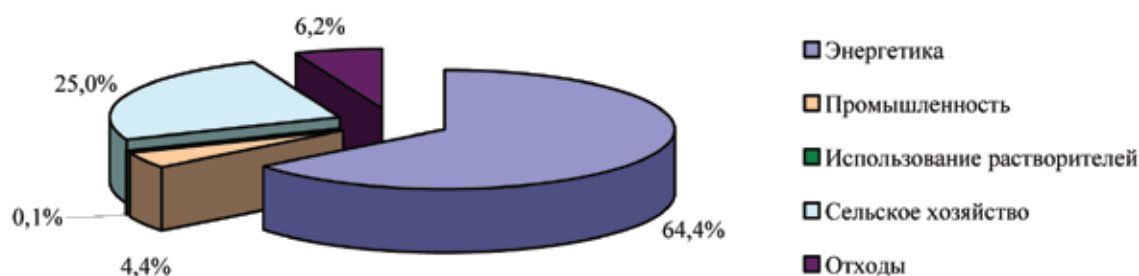


Рис. 3.9. Структура выбросов парниковых газов по секторам экономики (по данным 2008 г.)

динамика увеличения выбросов: углекислого газа — с 56,7 до 60,4 млн т (без учета поглощения), закиси азота — с 14,6 до 15,9 млн т, метана — с 13,2 до 14,8 млн т, гидрофторуглеродов — с 26,2 до 35,8 тыс. т, шестифтористой серы — с 1,5 до 2,4 тыс. т. С учетом поглощения углекислого газа в категории «землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» выбросы CO₂ с 2005 по 2008 г. увеличились с 25,8 до 29,3 млн т.

В структуре выбросов парниковых газов по секторам экономики ведущая роль принадлежит энергетике — 64% (рис. 3.9). Примерно 25% выбросов приходится на сельское хозяйство. Остальные сектора в сумме дают около 10% выбросов парниковых газов.

В период 2005–2008 гг. выбросы парниковых газов от сектора «энергетика» увеличились с 55,3 до 58,7 млн т, от сектора «промышленность» — с 3,5 до 4,0 млн т, от сектора «сельское хозяйство» — с 21,0 до 22,7 млн т, от сектора «отходы» — с 4,6 до 5,6 млн т (рис. 3.10). Выбросы парниковых

газов от сектора «использование растворителей» незначительно уменьшились (с 69,2 до 64,1 тыс. т). Поглощение углекислого газа в секторе «землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» в рассматриваемый период времени составляло около 30,8–31,9 млн т в год.

Для удобства сравнения величины выбросов парниковых газов между различными странами используются величины удельного выброса, т.е. на единицу площади страны и душу населения. В таблице 3.2 представлены результаты расчета удельных выбросов парниковых газов для Республики Беларусь.

В период 2005–2008 гг. величина удельного выброса парниковых газов в Беларуси составляла в среднем 423,5 т/км² в год без учета поглощения и 272,9 т/км² в год с учетом поглощения углекислого газа. Причем с 2005 по 2008 г. эта величина увеличилась соответственно с 407,1 до 438,9 т/км² в год и с 258,8 до 289,4 т/км² в год (см. табл. 3.2).

Средний выброс парниковых газов на душу населения в рассматриваемый период

Таблица 3.2

Удельные выбросы парниковых газов в атмосферу на территории Беларуси в 2005–2008 гг.

| Единица измерения | | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. |
|----------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| тонн/км ² | без учета поглощения | 407,1 | 425,7 | 422,1 | 438,9 |
| | с учетом поглощения | 258,8 | 271,7 | 271,7 | 289,4 |
| тонн/чел. | без учета поглощения | 8,9 | 9,3 | 9,2 | 9,6 |
| | с учетом поглощения | 5,7 | 6,0 | 5,9 | 6,3 |

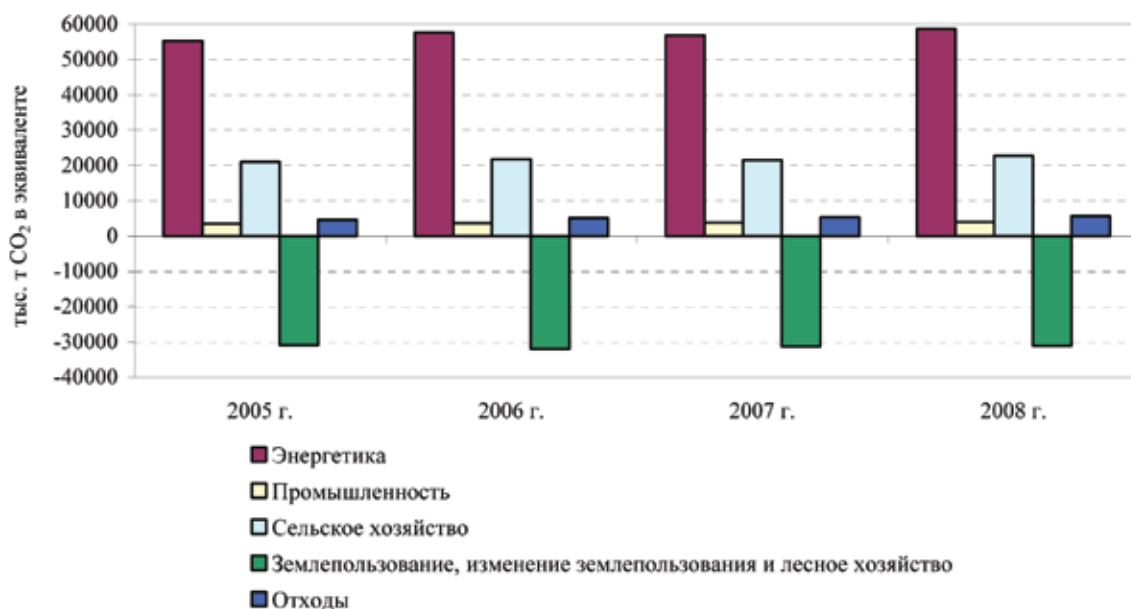


Рис. 3.10. Динамика выбросов парниковых газов в Беларуси по основным секторам экономики в 2005–2008 гг.

составлял 9,3 т/чел. в год без учета поглощения и 6,0 т/чел. в год с учетом поглощения углекислого газа. С 2005 по 2008 г. эта величина увеличилась соответственно с 8,9 до 9,6 т/чел. в год и с 5,7 до 6,3 т/чел. в год (см. табл. 3.2).

Проведенный анализ данных об объемах и динамике выбросов парниковых газов в Беларуси позволил сделать следующие выводы:

- в период 2005–2008 гг. объем выбросов парниковых газов в Беларуси составил в среднем 87,9 млн т в год без учета

поглощения и 56,6 млн т в год с учетом поглощения углекислого газа;

- в структуре выбросов парниковых газов более 65% приходится на углекислый газ, около 17% составляет закись азота, около 16% — метан; остальные парниковые газы в сумме дают менее 1% общего объема выбросов;

- в структуре отраслей экономики около 64% выбросов парниковых газов приходится на энергетику, 25% — на сельское хозяйство; промышленность, использование растворителей и отходы в сумме дают около 10% выбросов парниковых газов;

- с 2005 по 2008 г. общий объем выбросов парниковых газов увеличился с 84,5 до 91,1 млн т без учета поглощения и с 53,7 до 60,0 млн т с учетом поглощения углекислого газа; увеличение произошло во всех секторах экономики за исключением сектора «использование растворителей»;

- величина удельного выброса парниковых газов в рассматриваемый период составила в среднем 423,5 т/км² в год без учета поглощения и 272,9 т/км² в год с учетом поглощения углекислого газа; на душу населения — 9,3 т/чел. в год без учета поглощения и 6,0 т/чел. в год с учетом поглощения углекислого газа.

