Черногаева Г.М.
Жадановская Е.А.
Журавлева Л.Р.
Малеванов Ю.А.

Загрязнение окружающей среды в регионах России в начале XXI века

2019

ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Ю.А. ИЗРАЭЛЯ

Г.М. ЧЕРНОГАЕВА
Е.А. ЖАДАНОВСКАЯ
Л.Р. ЖУРАВЛЕВА
Ю.А. МАЛЕВАНОВ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАХ РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Москва
2019 г.

YU.A. IZRAEL INSTITUTE OF GLOBAL CLIMATE
AND ECOLOGY

G.M. CHERNOGAEVA
E.A. ZHADANOVSKAYA
L.R. ZHURAVLEVA
YU.A. MALEVANOV

ENVIRONMENTAL POLLUTION IN RUSSIAN REGIONS AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY

Moscow
2019

памяти

АКАДЕМИКА Ю.А. ИЗРАЭЛЯ

ПОСВЯЩАЕТСЯ

УДК 504.5:353.2(470+571)”20”
ISBN 978-5-906644-48-0

Публикация данной монографии одобрена Ученым Советом ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля»

Черногаева Г.М., Жадановская Е.А., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А. **Загрязнение окружающей среды в регионах России в начале XXI века. М.: ООО «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС», 2019. 232 с.**

В монографии рассмотрены тенденции и динамика загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за десятилетний период с 2007 по 2016 гг. Приведены результаты анализа количественных и качественных характеристик природных ресурсов страны, а также отдельных аспектов социально-экономической ситуации. Дана оценка состояния и загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях с выделением таких приоритетных проблем, как загрязнение атмосферного воздуха, пресных поверхностных вод и почвенного покрова, а также образование отходов производства и потребления. В работе отдельно рассмотрены природные и антропогенные предпосылки экологической ситуации, связанные с изменением техногенной нагрузки на территории. Дан географический анализ негативного антропогенного воздействия на территории России по субъектам и федеральным округам с выделением территорий с наиболее неблагоприятной экологической обстановкой. В качестве источников информации использованы официальные данные Национального атласа России, опубликованных ежегодных докладов и обзоров Минприроды РФ, Росстата, Росгидромета, Россельхоза, Рослесхоза, Росводресурсов, интернет ресурсы этих министерств и ведомств и научные статьи в журналах, рекомендованных ВАК. Монография предназначена для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности.

Ответственный редактор:
чл.-корр. РАН,
профессор,
Заслуженный деятель науки РФ,
Почетный работник охраны природы РФ
А.А. Тишков

© Перепечатка любых материалов из монографии только со ссылкой на ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»

Dedicated to the memory of
famous scientist Yu.A. Izrael

UDC 504.5:353.2(470+571)”20”
ISBN 978-5-906644-48-0

Chernogaeva G.M., Zhadanovskaya E.A., Zhuravleva L.R., Malevanov Yu.A. **Environmental pollution in Russian regions at the beginning of the XXI century. Moscow, 2019. 232 pp.**

The monograph considers trends and dynamics of environmental pollution in the Russian Federation over a ten-year period from 2007 to 2016. Quantities and qualities of Russia's natural resources, as well as certain aspects of the socio-economic situation are analyzed. The state and pollution of the environment in urban areas are assessed, paying special attention to air, surface water and soil pollution, as well as the waste generation due to production and consumption. The monograph also reviews the natural and man-made background of the ecological situation related to the change of anthropogenic impacts on urban environment. We performed a spatial analysis and mapping of the anthropogenic impact within regions and federal districts of Russia and also allocated areas with the most unfavorable ecological conditions. The sources of information used were official data of annual reports and reviews of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Federal State Statistics Service, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Federal Agency for Forestry, Federal Agency for Water Resources, as well as the information of the national atlas of Russia, the Internet resources of authorities mentioned above and also scientific articles in journals recommended by the Higher Attestation Commission governed by the Ministry of Education and Science of Russia. The monograph is intended for the general public, scientists and environmental experts.

Editor-in-chief:
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Professor,
Honored Science Worker of the Russian Federation,
Honorary Worker of nature protection of the Russian Federation
A.A. Tishkov

Содержание

Предисловие **8**
Глава 1. Природно-ресурсный потенциал Российской Федерации **13**
1.1. Климат 13
1.2. Водные ресурсы 22
1.3. Земельные ресурсы 39
1.4. Лесные ресурсы 55
1.5. Минерально-сырьевые ресурсы 59
Глава 2. Социально-экономическая ситуация **67**
2.1. Административно-территориальное деление 67
2.2. Расселение населения 73
2.3. Хозяйственная деятельность населения 78
Глава 3. Техногенная нагрузка на окружающую среду урбанизированных территорий **90**
3.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух 90
3.1.1. Стационарные источники 96
3.1.2. Автотранспорт 100
3.2. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами населенных пунктов 102
3.3. Поверхностный сток с урбанизированных территорий 109
3.4. Отходы производства и потребления 113
Глава 4. Оценка техногенного воздействия на окружающую среду урбанизированных территорий по данным государственного мониторинга **120**
4.1. Современное состояние 120
4.2. Показатели качества природных сред 136
4.2.1. Атмосферный воздух 136
4.2.2. Почвенный покров 140
4.2.3. Поверхностные воды суши 143
Глава 5. Комплексная оценка загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях федеральных округов и субъектов РФ по данным мониторинга Росгидромета **149**
5.1. История вопроса 149
5.2. Показатель комплексной оценки загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях. Выбор приоритетных показателей 156
5.3. Источники данных 164
5.4. Алгоритм расчета 165
5.5. Оценка уровней загрязнения природных сред по регионам РФ 168
5.6. Оценка уровней загрязнения окружающей среды регионов РФ по комплексному показателю 191
Глава 6. Оценка уровней загрязнения природных сред регионов РФ по статистическим данным и ее сравнение с оценкой по данным мониторинга Росгидромета **195**

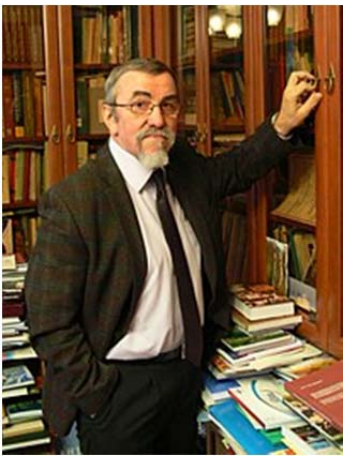
Заключение **215**
Литература **221**

Table of Contents

Foreword **11**
Chapter 1. Natural resources of the Russian Federation **13**
1.1. Climate 13
1.2. Water resources 22
1.3. Land resources 39
1.4. Forest resources 55
1.5. Mineral resources 59
Chapter 2. Social and economic situation **67**
2.1. Administrative-territorial division 67
2.2. Population distribution 73
2.3. Industry and agriculture 78
Chapter 3. Anthropogenic impact on the environment of urban areas **90**
3.1. Air pollutant emissions 90
3.1.1. Stationary sources 96
3.1.2. Mobile sources 100
3.2. Pollutant flow with sewage 102
3.3. Surface runoff from urban areas 109
3.4. Industrial and agricultural wastes 113
Chapter 4. Assessment of anthropogenic influence on the urban environment based on monitoring data **120**
4.1. Current state 120
4.2. Environmental quality indicators 136
4.2.1. Air 136
4.2.2. Soil 140
4.2.3. Surface water 143
Chapter 5. Integrated assessment of environmental pollution in urban areas within Federal Districts and Regions of the Russian Federation based on the monitoring data of Roshydromet **149**
5.1. Background 149
5.2. Integrated assessment Indicator of environmental pollution in urban areas.
Selection of priority indicators 156
5.3. Data sources 164
5.4. Calculation algorithm 165
5.5. Assessment of pollution level for different environmental media in the Regions of the Russian Federation 168
5.6. Environmental pollution assessment of Russian Regions through complex indicator 191
Chapter 6. Pollution level assessment based on statistical data for different environmental media in the Regions of the Russian Federation and its comparison with the assessment obtained from the Roshydromet monitoring data **195**

Conclusions **218**
References **221**

ПРЕДИСЛОВИЕ



В настоящее время промышленное развитие, рост численности населения и рост уровня урбанизации в мировом масштабе привели к тому, что эти явления, призванные служить экономическому прогрессу стран, становятся реальной угрозой состоянию природной среды. В России сокращение объемов промышленного производства и связанное с этим снижение валовых выбросов и сбросов загрязняющих веществ, начиная с 1991 года, не привело к адекватному улучшению качества природной среды в индустриальных регионах. Оздоровление среды отмечается лишь в отдельных областях Нечерноземья, где последние десятилетия наблюдается деградация аграрного производства, заброс пашни и зарастание лесом залежей, а также сокращение стока пестицидов и удобрений с полей в водоемы. Однако и эти процессы, в первую очередь за счет диффузного загрязнения стоков и вовлечения в актуальный межэкосистемный обмен накопленных ранее загрязняющих веществ снижают оздоравливающий эффект восстановления лесов на значительных площадях.

Анализ всего массива данных мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что в начале XXI-го века в связи с некоторым оживлением экономики наметились тенденции роста загрязнения на отдельных территориях, как по ряду контролируемых показателей, так и по комплексным оценкам загрязненности отдельных природных сред: атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова. Ослабление контроля за работой промышленных и коммунальных предприятий, устаревание основных фондов, в том числе очистных сооружений, рост численности автотранспорта, использование менее экономичного топ-

лива могут привести к дальнейшему росту загрязнения окружающей среды.

Данные государственного мониторинга загрязнения окружающей среды показывают, что наиболее опасным видом загрязнения является хроническое загрязнение химическими веществами техногенного происхождения. Деградация природной среды в результате антропогенных воздействий наиболее ярко проявляется на урбанизированных территориях, где проживает примерно 74% населения России. Существенно выросло антропогенное влияние на миграцию, распределение и концентрацию химических элементов в биосфере. Однако процессы интенсивных изменений пока не охватывают всей биосферы и протекают в пространстве мозаично.

Работа над книгой выявила ряд проблем повышения эффективности мониторинга загрязнения окружающей среды в стране: (1) необходимость совершенствования автоматизированной системы получения, обработки и пространственного синтеза данных; (2) недостаточный набор контролируемых параметров (прежде всего по воздуху), среди которых отсутствует ряд опасных для здоровья человека и природной среды веществ.

Экологическая напряженность, возникающая в регионах страны из-за высоких уровней загрязнения среды, – результат неэкологичной хозяйственной деятельности,– разнообразна как по факторам, ее обусловливающим, так и по формам проявления. Она может развиваться вплоть до кризисной, если не прогнозируются последствия техногенного воздействия, и не принимаются превентивные меры для максимально возможного снижения неблагоприятных изменений. На урбанизированных территориях могут проявляться интегральные процессы, спровоцированные многими антропогенными факторами одновременного воздействия, что может усиливать экологическую напряженность. В связи с этим актуальным остается вопрос комплексной оценки состояния загрязнения окружающей среды в целом по России и отдельным ее регионам.

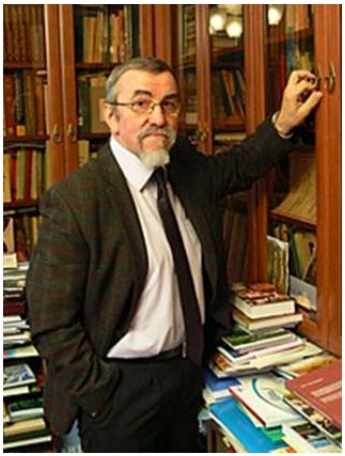
Все это особенно важно сейчас, когда стартует инвестиционно емкий и крайне необходимый для сохранения природы

Российской Федерации Национальный проект «Экология», включающий в себя федеральные проекты, в т.ч. «Чистая страна», «Комплексная система обращения с твёрдыми коммунальными отходами», «Инфраструктура для обращения с отходами I и II классов опасности», «Чистый воздух», «Чистая вода», «Оздоровление Волги», «Сохранение озера Байкал», «Наилучшие технологии» и др. По каждому проекту определены контрольные показатели, которые необходимо достигнуть к 2024 году, в т.ч. по сокращению выбросов и сбросов, ликвидации загрязняющих среду свалок и пр.

Поскольку планирование природоохранной деятельности с целью обеспечения экологической безопасности проводится как на федеральном уровне, так и на уровне округов, субъектов Федерации и муниципальных образований, представляется важным сравнение экологической ситуации в границах этих территориальных образований. Такая попытка была сделана в данной работе с помощью разработанного комплексного показателя. Несмотря на использование обширного статистического материала и данных мониторинга загрязнения природных сред, книга не претендует на всеобъемлющее решение поставленной задачи. Авторы хотели привлечь внимание ученых и практиков природоохранной сферы к ее решению для минимизации негативных антропогенных воздействий. И, на мой взгляд, это им удалось.

Член-корреспондент РАН, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ,
Почетный работник охраны природы РФ
А.А. Тишков

FOREWORD



At present, industrial development, population and urbanization growth which aim to contribute to the economic progress of countries have led to a real threat of the environmental state on a global scale. Since 1991 the decline in industrial production in Russia has led to a decrease of total emissions and discharges of pollutants, but the environmental quality in industrial regions has not improved. In recent decades, we observed the environmental restoration only in some Non-Chernozem areas. This restoration was caused by agricultural production drop, abandonment and reforestation of croplands, as well as a reduction of pesticide and fertilizer washout from agricultural lands to water bodies.

Analysis of the monitoring data showed that at the beginning of the XXI century a slight economic recovery increased the environmental pollution in some territories of the Russian Federation. This tendency was observed both for a set of monitored indicators and for integrated assessments of air, surface water and soil pollution. Less control of emissions and discharges from industrial and utility plants, the inefficiency of sewage treatment plants, the increase in the number of vehicles as well as the use of less fuel-efficient ones could cause a further increase in environmental pollution.

State monitoring data of environmental pollution showed that chronic chemical contamination is the most dangerous type of man-made pollution. The degradation of the natural environment due to anthropogenic impact is particularly evident in urban areas. Russia is mostly an urban country; about 74% of Russians live in urban areas. The anthropogenic influence on migration, distribution and concentration of chemical elements in the biosphere has significantly increased. However, these intensive changes do not extend to the entire biosphere, they are patchily distributed in mosaic structure.

The book pays special attention to a number of critical issues relating to environmental pollution monitoring in Russia: (1) the need to improve an integrated system for receiving, processing and spatial synthesis of

monitoring data; (2) among the controlled parameters there is no a number of hazardous substances for human health and the environment.

Environmental stress arising from high levels of anthropogenic pollution in some regions of our country is the result of environmentally unfriendly economic activity. It can be transformed to the crisis environmental situation if we do not predict the anthropogenic impacts on the environment and do not take preventive measures to reduce adverse environmental changes as much as possible. In urban areas, negative integrated processes caused by many anthropogenic factors of simultaneous impact may be manifested. They can also multiply the total environmental stress. It is necessary, therefore, to carry out an integrated assessment of the environmental pollution state at the regional and national levels.

This is particularly important now when the National project "Ecology" starts. On the one hand, it requires the intensive investment; on the other one, such kind of activity is extremely important for the conservation of nature in the Russian Federation. The project includes such federal subprojects as "Clean Country", "Integrated System of Solid Waste Management", "Management Infrastructure for wastes of hazard categories I and II", "Clean Air", "Clean Water", "Volga recovery", "Conservation of Lake Baikal", "The best technologies", etc. Each project needs to achieve the defined goals by 2024, incl. to reduce emissions and discharges up to the target level, to eliminate landfills polluting the environment, etc.

To ensure environmental safety, the environmental protection planning is carried out at the national, regional and municipal levels. It is important to compare the ecological situation among these territorial units. This study proposes to solve the problem with an integrated indicator of environmental pollution. Despite the use of extensive statistical and environmental pollution monitoring databases, the book does not claim to be a comprehensive solution to the entire problem. The general aim of the authors was to draw attention of scientists and environmental experts to the problem's solution in order to minimize negative anthropogenic impacts. And, in my opinion, they succeeded.

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Professor,
Honored Science Worker of the Russian Federation,
Honorary Worker of nature protection of the Russian Federation
A.A. Tishkov

1. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1.1. Климат

Российская Федерация расположена на востоке Европы и севере Азии и является самым большим по площади государством мира (17125,2 тыс. км^2 – по данным Росреестра на 1 января 2017 г.). На северо-западе граничит с Норвегией, Финляндией, на западе – с Польшей, Эстонией, Латвией, Литвой, Белоруссией, на юго-западе – с Украиной, на юге – с Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Китаем, Монголией и Корейской Народно-Демократической Республикой, на востоке (морская) – с США и Японией. Самая северная точка на материке – мыс Челюскин на полуострове Таймыр, на островах – мыс Флигели на острове Рудольфа в архипелаге Земля Франца-Иосифа; самая южная точка – в Дагестане, на границе с Азербайджаном. Расстояние между самой западной и самой восточной точками страны на материке 9 тыс. км – от Балтийской косы в Калининградском заливе до мыса Дежнёва на Чукотке; самая восточная островная точка страны – остров Ратманова в группе островов Диомида в Беринговом проливе [63, 85].

Россия – страна с относительно холодным климатом. Её территория расположена в четырёх климатических поясах: арктическом, субарктическом, умеренном и субтропическом (рис. 1.1). К арктическому и субарктическому поясам относятся моря Северного Ледовитого океана, арктические острова и северная материковая окраина страны. Большая часть территории находится в умеренном поясе, небольшой участок Черноморского побережья Кавказа – в субтропическом. Почти повсеместно климат континентальный (на Крайнем Северо-Западе – морской), в Сибири и северных районах Дальнего Востока – резко континентальный, на Юге Дальнего Востока – умеренный муссонный. В равнинной части Крымского полуострова климат умеренно континентальный, на Южном берегу – с чертами средиземноморского [92, 35].

В формировании климата России определяющее значение имеет ее географическое положение в умеренных и высоких широтах, огромная протяженность в широтном направлении (около 170°) и обращенность к Арктическому бассейну, что в результате синоптической деятельности способствует глубокому проникновению в течение всего года арктических воздушных масс на континент.

На западе ощущается влияние атлантического и западного переноса воздушных масс в Северном полушарии, а на востоке – Тихого океана. Велико влияние на климат самого континента Евразии, что выражается в большой повторяемости антициклональной погоды и в интенсивной трансформации притекающих воздушных масс [57].

Средние месячные температуры января от 0°(– 5°) С на Европейской территории страны (на Северном Кавказе) до (– 40)÷(– 50) °С в Восточной Сибири (Республика Саха (Якутия), где минимальные температуры достигают (– 65)÷(– 70) °С, а в июле – от 1° С (на северном побережье Сибири) до (22÷24) °С (на Прикаспийской низменности) (рис. 1.2).

На территории России, за исключением крупных островов Северного Ледовитого океана, в среднем выпадает 9653 км^3 осадков, которые условно могут «покрыть» сушу слоем 571 мм. На рис. 1.3 представлена карта среднегодового распределения осадков, составленная по данным многолетних наблюдений. В направлении с запада на восток происходит последовательное уменьшение количества атмосферных осадков, наблюдается их зональное распределение, которое изменяется под воздействием рельефа местности.

Наибольшее количество осадков выпадает на Черноморском побережье Кавказа (свыше 1600 мм в год). На Европейской территории годовое количество осадков меняется от 650–800 мм в лесной зоне до 200–250 мм в низовьях Волги. Мало осадков в тундре (300–400 мм в год) и степной зоне (350–400 мм). В Крыму среднегодовые суммы осадков распределяются от 300–400 мм на севере до 1000–2000 мм в горах [20, 92].

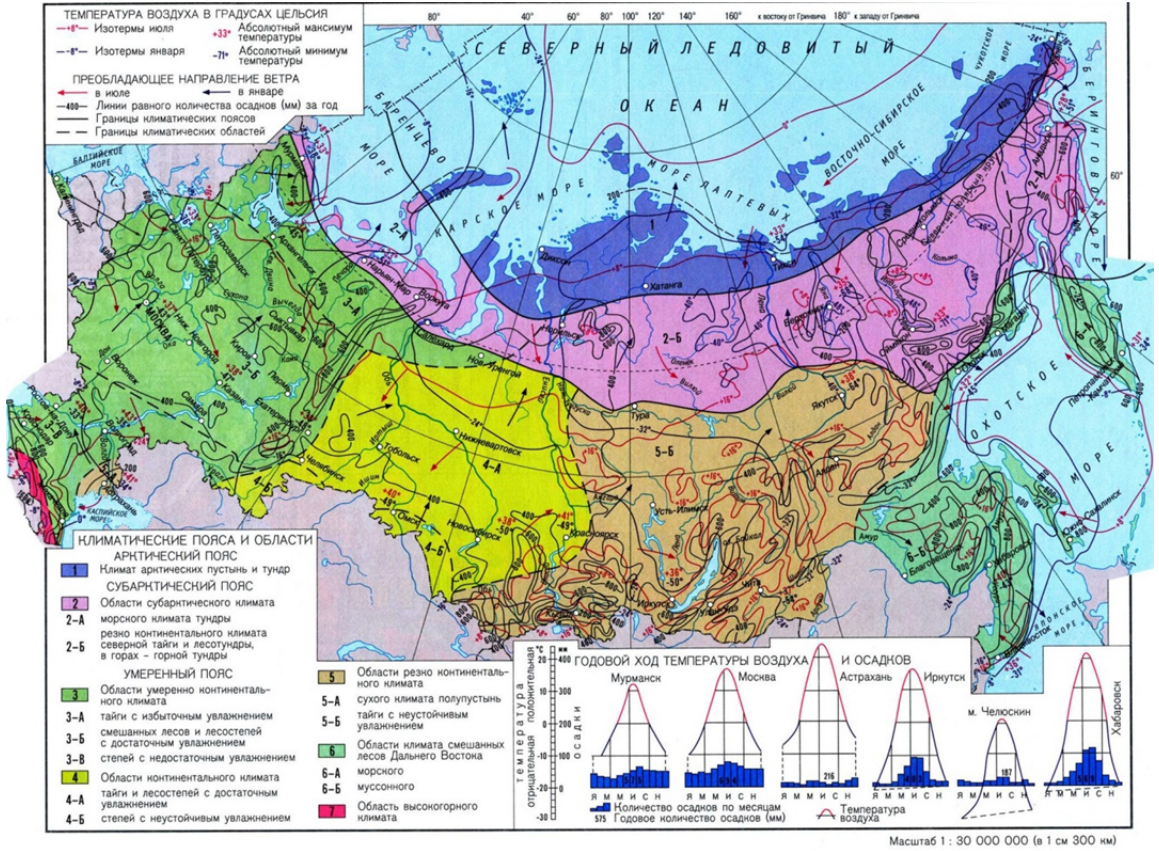


Рис. 1.1. Климатическая карта России [20]

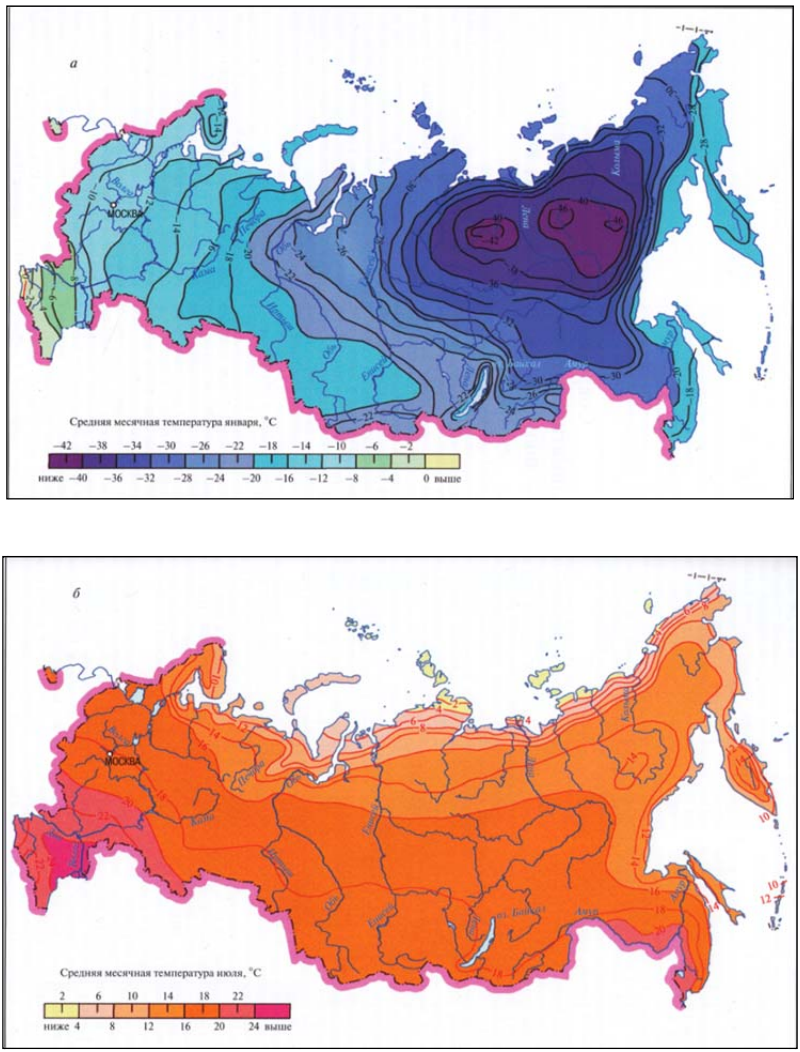


Рис. 1.2. Распределение температуры воздуха в январе (а) и в июле (б) [57]

В холодное время на большей части территории России выпадает снег. На севере количество осадков в виде снега составляет 40–50% годовой суммы, на юге – 15–20%. Наибольшая высота снежного покрова – на западных склонах Северного

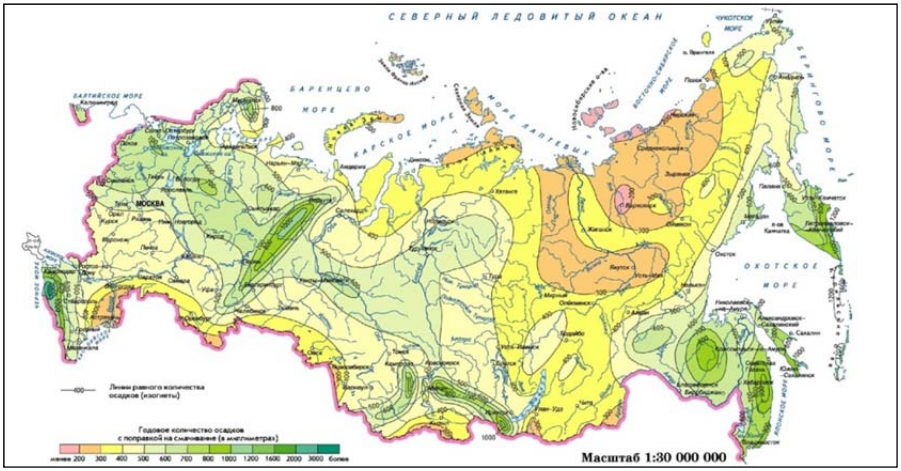


Рис. 1.3. Среднегодовое распределение атмосферных осадков по территории России, мм/год [20]

Урала и в его западных предгорьях (до 90–100 см), в северных районах Западной Сибири (до 80–90 см), на западных склонах Алтая и Саян (до 200 см), на Камчатке и Сахалине (80–110 см и более). Мало снега в степной части Забайкалья. В среднем в центральных областях снег залегает свыше 4 месяцев в году, на севере и северо-востоке Европейской территории – свыше 7 месяцев, в Сибири, на Крайнем Севере, – около 9 месяцев. Неустойчивый снежный покров (20–30 дней в году) отмечается в низовьях Волги и на Северном Кавказе.

Радиационный баланс за год положителен на всей территории, изменяясь от 2100 МДж/м^2 на юге страны до близких к нулю величин в центре Арктики (на северной материковой окраине 400 МДж/м^2) [92].

Климат на территории России более чувствителен к глобальному потеплению, чем климат многих других регионов земного шара, о чем свидетельствуют данные наблюдений и модельных расчетов. Скорость роста среднегодовой температуры для России за период 1976-2016 гг. составила 0,45^{o}С/10 лет, наиболее быстрый рост происходит на Европейской территории России (ЕТР) (0,54^{o}С/10 лет), в особенности

в Центральном федеральном округе (0,61°С/10 лет). Температуры растут и во всех федеральных округах страны. Все тренды значимы на 1% уровне. В последнем десятилетии (2007-2016 гг.) скорость роста среднегодовой температуры для России в целом уменьшилась и составила 0,29°С/10 лет. Особенно значительно уменьшение на ЕТР: тренд 2007-2016 гг. – 0,23°С/10 лет. В ряде федеральных округов (Центральном, Южном и Северо-Кавказском) практически не наблюдается роста температуры. Для всей России за рассматриваемый период тренды статистически незначимы. Такой характер изменения средней годовой температуры связан с очень значительными положительными аномалиями 2007 и 2008 гг., после чего 2-3 года наблюдались температуры ниже ожидаемых при сохранении общей тенденции, а затем возобновился рост температуры: 2015 г. стал самым теплым за все время наблюдений [95].

На территории России в целом преобладала тенденция к росту годовых сумм осадков. Скорость роста превышала 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири, Дальнего Востока и в Северо-Кавказском федеральном округе. Убывали осадки на севере Чукотского автономного округа. Незначительное убывание наблюдалось в центральных районах ЕТР [30]. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России было зафиксировано весной (5,9%/10 лет); рост осадков происходил всюду, особенно в Восточной Сибири (до 15-20%/10 лет). Значимый положительный тренд отмечался для всех федеральных округов (кроме Центрального федерального округа). Зимой рост осадков происходил в основном на севере и юге страны. Летом и осенью рост осадков наблюдался на Азиатской территории России (АТР).

Площадь снежного покрова в Северном полушарии по данным спутниковых измерений за последние 40 лет значительно сократилась, особенно весной и летом. На севере ЕТР, севере Камчатского края, северо-западе Республики Саха (Якутия) выявлена тенденция уменьшения высоты снежного покрова. Основной причиной этих наблюдаемых в последние

десятилетия изменений стало повышение температуры приземного воздуха. Однако в некоторых регионах: севере Западной Сибири, на побережье Охотского моря и дальневосточном юге, в центре ЕТР, в Чукотском автономном округе и на юге Камчатки, – наблюдалось увеличение высоты снежного покрова, что объясняется увеличением количества осадков. В период с 1976 по 2016 гг. на значительной части страны выявлена тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова: на большей части ЕТР, на севере и юге Западной Сибири, Таймыре и северо-западе Республики Саха (Якутия). В среднем для России число дней со снегом сократилось на 1,01 дня за 10 лет. Тенденция увеличения числа дней со снежным покровом наблюдалась в Забайкалье, на северном побережье Охотского моря, на южном и центральном Урале [30].

За последние 20 лет количество неблагоприятных гидрологических явлений увеличилось почти в 2 раза. Изменение климата порождает ряд негативных эффектов, который не ограничивается просто повышением температуры, таянием полярных льдов, изменением времен года, частым возникновением наводнений и изменением в общем сценарии погоды. Экстремальные явления погоды (наводнения, ураганы, засухи и т.д.) негативно и часто кататрофически воздействуют на природные и техногенные системы. По данным Росгидромета ежегодный ущерб от опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) составляет около 1% ВВП страны [24].

В 2016 г. на территории Российской Федерации было зафиксировано 988 ОЯ, из них 380 – нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (в 2007 г. – 942 и 436 соответственно). На рис. 1.4 приведены данные Росгидромета о динамике количества ОЯ за 2007–2016 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (КМЯ) (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (общее количество непредусмотренных ОЯ). Росгидромету в 2016 г. удалось предуп-

редить 95,5% всех ОЯ (в 2007 г. – 87,7%), что свидетельствует о своевременном прогнозировании опасных явлений.

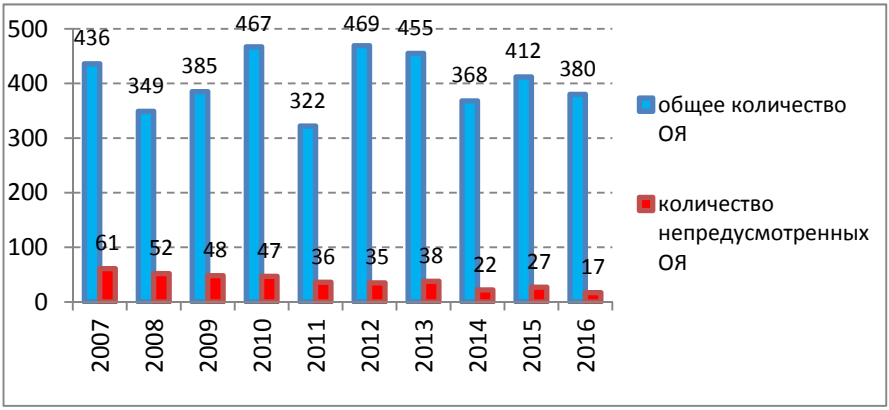


Рис. 1.4. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных (красный)

В 2016 г. максимальное количество (134 случая) всех ОЯ и КМЯ произошло на территории Южного федерального округа (рис. 1.5.). Это связано с тем, что в округе весь год наблюдались очень активные атмосферные процессы, сопровождающиеся сильными осадками [24].

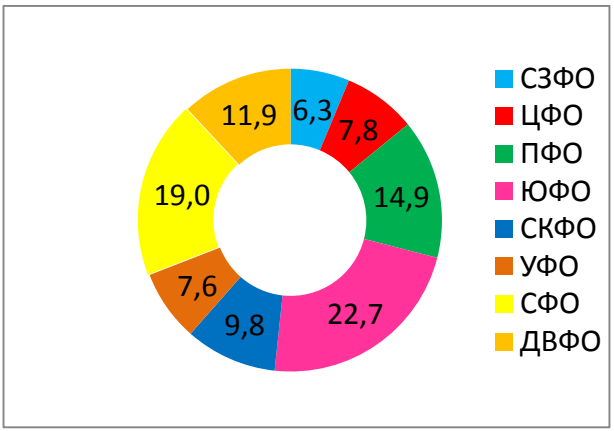


Рис. 1.5. Распределение метеорологических ОЯ (в %) по территории федеральных округов в 2016 г. (по данным Росгидромета)

На основании балльной шкалы природной опасности, основанной на ранжировании разрушительного воздействия природных процессов в зависимости от силы его проявления, разработана карта суммарной оценки природной опасности субъектов Российской Федерации (рис. 1.6).

Рис. 1.6. Суммарная степень природной опасности по субъектам Российской Федерации (по данным географического факультета МГУ)

Учитывались наиболее распространённые виды природных опасностей: наводнения, циклоны, сильные ветры (смерчи, шквалы), снегопады и метели, грозы, град, интенсивные ливни, экстремально низкие температуры воздуха, засухи и т.д. Для России характерно увеличение степени опасности с запада на восток и на юг, с продвижением в горные районы. Наименее опасные районы характерны для северо-запада ЕТР. Наиболее опасные районы отмечаются на территориях республик Северного Кавказа, гор Алтая, Прибайкалья и Забайкалья, Тихоокеанского побережья Дальнего Востока и особенно Сахалина, Курильских островов и Камчатки [24].

1.2. Водные ресурсы

Россия, занимая 1/6 часть всей земной суши с протяженностью 60 тыс. км водного побережья, омывается водами 12 морей, принадлежащих бассейнам Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов, а также внутриматерикового Каспийского моря, отличается обилием природных вод, хорошо развитой речной сетью и системой озер [20].

Представленные в данной работе водные ресурсы Российской Федерации, относятся к поверхностным пресным водным объектам: рекам, озерам и водохранилищам.

По территории России протекает свыше 2,5 миллионов рек. Подавляющее большинство из них (94,9%) имеют длину до 25 км. Количество средних рек (длиной от 100 до 500 км) составляет 2833 (0,1%), число больших – 214 (0,008%).

В таблице 1.1 приведены основные характеристики наиболее крупных рек России [33, 57].

Таблица 1.1. Основные характеристики наиболее крупных рек России

Река	Длина реки, км	Площадь бассейна, тыс. км^2	Количество рек водосборного бассейна	Протяженность рек, км	Густота речной сети, км/км^3	*Среднемноголетний сток, км^3	Водообеспеченность, тыс. м^3/год на 1 км^2
Лена	4270	2490	242496	1038353	0,42	543,0	209,2
Енисей (с Ангарой)	3690	2580	201454	1003835	0,45	651,0	244,2
Волга	3690	1380	150717	574414	0,42	260,0	175,0
Обь (с Катунью)	4338	2990	161455	1738890	0,25	407,0	178,6
Амур	2855	1855	172233	558321	0,56	359,0	185,0
Урал	2530	236	8474	51829	0,22	8,87	33,4
Колыма	2129	647	318520	592830	0,92	128,0	…
Дон	1870	422	13012	90416	0,21	26,8	66,1
Печора	1814	322	34571	155774	0,48	131,0	403,7
Кубань	970	58	13570	38639	0,67	14,4	139,5
Северная Двина	750	357	61878	206238	0,58	103,0	225,8
Терек	623	37,4	6623	24441	0,57	11,1	255,7

* Среднемноголетний речной сток уточнен ГГИ Росгидромета в 2005-2006 гг. [20]

Обь является самой большой рекой в России с наибольшей площадью водосборного бассейна, однако по среднему многолетнему стоку она уступает Лене и Енисею.

Реки России принадлежат к бассейнам трех океанов: Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического (рис. 1.7). Кроме того, часть рек впадает во внутренние, не связанные с Мировым океаном, моря и озера. К бассейну Северного Ледовитого океана относится более половины территории России (65%). Основную, центральную, часть этого бассейна занимают главнейшие артерии страны – реки Обь, Енисей и Лена. К западной части бассейна Северного Ледовитого океана относятся бассейны рек Печора, Северная Двина и Онега, к восточной – бассейны рек Яна, Индигирка, Колыма и др.

Бассейну Тихого океана принадлежит около 19% территории России. В северной части бассейна протекают реки Анадырь и Камчатка, в южной – Амур. Реки средней части бассейна Тихого океана представляют собой короткие водотоки с небольшими площадями бассейнов.

К бассейну Атлантического океана относится около 5% площади России, сюда входит речная сеть, принадлежащая бассейнам Балтийского, Черного и Азовского морей. Наиболее крупными реками Балтийского бассейна являются Нева, Нарва, Западная Двина, Неман; бассейна Черного моря – река Днепр; бассейна Азовского моря – реки Дон, Кубань.

Площадь Каспийской бессточной области составляет 11% территории России, с такими крупными реками, как Волга, Урал, Терек [57].

Основой водных ресурсов России является речной сток. Ежегодно возобновляемые водные ресурсы речного стока составляют в среднем – 4 258,6 км^3, из которых основная масса формируется в пределах страны, а чуть больше 200 км^3 – это приток с сопредельных территорий. Среднее многолетнее значение речного стока на территории России находится на уровне порядка 4,2 - 4,3 тыс. км^3 в год (10% мирового речного стока, второе место после Бразилии). На освоенных территориях сток рек составляет около 800 км^3/год, в том числе в наиболее заселенных районах ЕТР

– лишь 360 км^3/год (рис. 1.8). В пересчёте же на одного жителя Российской Федерации приходится около 29 тыс. м^3 речных вод, что почти в 4 раза выше среднемировых показателей [20, 33]. Таким образом, Россия стабильно входит в группу стран мира, наиболее обеспеченных водными ресурсами как по общим запасам, так и в расчете на одного жителя.

Однако, располагая столь значительными водными ресурсами, в ряде регионов Российской Федерации существуют серьёзные проблемы с водообеспечением. Главная причина - неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны, которые не согласуются с потребностями в них, очень большой их временной изменчивостью (особенно в южных регионах), высокой степенью загрязнения. По величине местных водных ресурсов Южный и Дальневосточный федеральные округа России различаются почти в 30 раз, а по водообеспеченности населения примерно в 100 раз (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Обеспеченность водными ресурсами по федеральным округам Российской Федерации

Федеральный округ	**Население, тыс. чел. на 01.01.2017 г.**	**Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год**	**Водообеспеченность одного жителя, тыс. м^3/год**
Центральный	39209,6	126,0	3,2
Северо-Западный	13899,3	607,4	43,7
Южный	16428,5	289,9	17,6
Северо-Кавказский	9775,8	28,0	2,9
Приволжский	29636,5	271,3	9,2
Уральский	12345,8	597,3	48,4
Сибирский	19326,2	1321,1	68,4
Дальневосточный	6182,7	1848,1	298,9
Российская Федерация	**146804,4**	**4260,3**	**29,0**

Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для ЕТР и за период 1936-1980 гг. для АТР

Рис. 1.7. Водосборные бассейны крупнейших рек России [20]

Рис. 1.8. Карта речного стока Российской Федерации, мм/год [20]

Хорошо обеспечены водными ресурсами Дальневосточный и Сибирский федеральные округа, ограниченные водные ресурсы в густонаселенных округах: Южном, Центральном, Северо-Кавказском и Приволжском.

Одним из природных факторов неравномерного распределения стока по территории является то, что 84% ресурсов поверхностных вод приходится на бассейны Северного Ледовитого (3030 км^3/год) и Тихого океанов (950 км^3/год). В них впадают крупнейшие реки: Енисей, Лена, Обь и Амур, которые дают 44% объема стока всех рек. На южные и юго-западные районы (бассейны Чёрного и Азовского морей, Арало-Каспийская низменность), где сосредоточено 75% населения и 80% промышленности и сельскохозяйственного производства, приходится всего 750 км^3, или 16% ресурсов поверхностных вод. На ЕТР сток рек южного склона (Волга, Урал, Днепр, Дон, Кубань, Кура, Терек и др.) составляет 605 км^3, или 50% от речного стока этой территории России [20].

Другим природным фактором, вызывающим возникновение водных проблем, является неравномерное распределение стока по сезонам года. На большинстве рек ЕТР, Западной и Восточной Сибири, а также Дальнего Востока свыше 2/3 стока проходит за 2 – 3 месяца весеннего половодья.

В период с 2007 по 2016 гг. водные ресурсы Российской Федерации (сток рек, сформированный на территории страны плюс приток извне) проявили тенденцию медленного снижения (рис. 1.9). При этом во все годы периода, кроме 2012 г., они оставались выше нормы (среднего многолетнего значения за период 1936-1980 гг.). Наибольшее значение 4868,6 км^3, превышающее норму на 14,3%, имело место в начале периода, в 2007 г., наименьшее 4173,0 км^3, отклоняющееся от нормы в меньшую сторону на 2,0%, – в 2012 г. Снижение по линии тренда составило 110 км^3 (2,6% по отношению к норме), или в среднем – 11 км^3 ежегодно. Следует, однако, отметить статистическую незначимость визуально наблюдаемого тренда [95].

Рис. 1.9. Распределение стока по годам за период 2007-2016 гг. (по данным Росгидромета)

Как показал анализ хронологических графиков объёма годового стока рек (W), в бассейнах трёх из шести основных рек ЕТР – Северной Двины, Печоры и Дона – наблюдались тенденции снижения (рис. 1.10), а в бассейнах рек – Волги, Кубани и Терека – тенденции практически не проявились.

Динамика водности бассейнов крупнейших рек АТР была разнообразной. Противоположно направленные тенденции изменения водных ресурсов проявились в бассейнах Оби и Амура (повышение) и в бассейнах Енисея и Лены (снижение) (рис. 1.10). В бассейне Колымы тенденции практически не проявились.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2016 г., как и в предыдущие годы, в большинстве случаев отличались от средних многолетних значений (табл. 1.3).

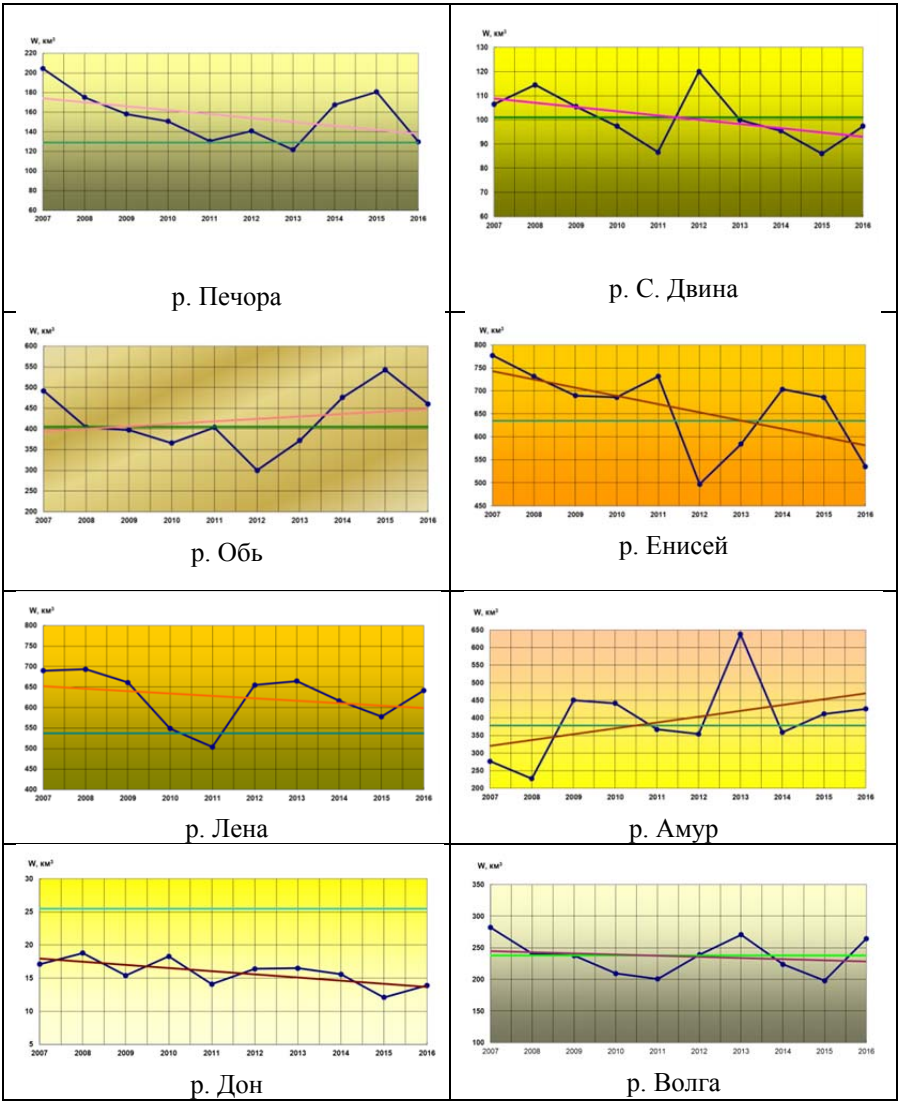


Рис. 1.10. Водные ресурсы основных рек Российской Федерации за период 2007-2016 гг. (зеленая линия – среднее многолетнее значение, км^3; красная линия – тренд) (по данным ГГИ)

Таблица 1.3. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации [20]

Субъекты РФ	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2016 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Северо-Западный ФО				
Республики:				
Карелия	180,5	56,0	61,4	9,6
Коми	416,8	164,8	168,9	2,5
Области:				
Архангельская, в т.ч.	589,9	387,2	369,7	-4,5
Ненецкий АО	176,8	212,1	210,9	-0,6
Вологодская	144,5	47,7	49,6	4,0
Калининградская	15,1	22,7	22,5	-0,9
Ленинградская	83,9	89,2	90,5	1,5
Мурманская	144,9	65,7	76,4	16,3
Новгородская	54,5	21,4	24,1	12,6
Псковская	55,4	12,0	12,1	0,8
Центральный ФО				
Области:				
Белгородская	27,1	2,7	2,4	-11,1
Брянская	34,9	7,3	4,9	-32,9
Владимирская	29,1	35,2	34,2	-2,8
Воронежская	52,2	13,7	12,1	-11,7
Ивановская	21,4	57,3	51,4	-10,3
Калужская	29,8	11,3	8,7	-23,0
Костромская	60,2	53,4	48,4	-9,4
Курская	30,0	3,8	3,0	-21,1
Липецкая	24,0	6,3	6,6	4,8
Московская	45,8	18,0	18,0	0,0
Орловская	24,7	4,1	3,6	-12,2
Рязанская	39,6	25,7	24,5	-4,7
Смоленская	49,8	13,7	10,2	-25,5
Тамбовская	34,5	4,1	4,8	17,1
Тверская	84,2	25,2	23,3	-7,5
Тульская	25,7	10,6	8,9	-16,0
Ярославская	36,2	35,8	29,1	-18,7

Продолжение таблицы 1.3

Субъекты РФ	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2016 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Приволжский ФО				
Республики:				
Башкортостан	142,9	34,2	39,0	14,0
Марий Эл	23,4	110,4	109,5	-0,8
Мордовия	26,1	4,9	6,8	38,8
Татарстан	67,8	229,6	260,2	13,3
Удмуртская	42,1	63,3	77,2	22,0
Края:				
Пермский	160,2	56,0	67,1	19,8
Области:				
Кировская	120,4	40,0	53,8	34,5
Нижегородская	76,6	105,8	103,2	-2,5
Оренбургская	123,7	12,7	9,4	-26,0
Пензенская	43,4	5,6	7,2	28,6
Самарская	53,6	236,8	267,7	13,0
Саратовская	101,2	241,5	271,7	12,5
Ульяновская	37,2	231,2	263,5	14,0
Южный ФО				
Республики:				
Адыгея	7,8	14,1	12,5	-11,3
Калмыкия	74,7	1,1	4,3	290,9
Крым	27,0	1,0	0,9	-10,0
Края:				
Краснодарский	75,5	23,0	24,0	4,3
Области:				
Астраханская	49,0	237,7	264,6	11,3
Волгоградская	112,9	258,6	282,4	9,2
Ростовская	101,0	26,1	13,3	-49,0
Северо-Кавказский ФО				
Республики:				
Дагестан	50,3	20,7	23,0	11,1
Ингушетия	3,6	1,7	1,8	5,9
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	8,1	8,0
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,9	13,1
Сев. Осетия – Алания	8,0	8,0	7,9	-1,3

Продолжение таблицы 1.3

Субъекты РФ	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2016 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Чеченская	15,6	11,6	12,1	4,3
Края:				
Ставропольский	66,2	6,0	6,6	10,0
Уральский ФО				
Области:				
Курганская	71,5	3,5	7,1	102,9
Свердловская	194,3	30,2	39,3	30,1
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	672,8	15,3
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	432,8	13,7
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	667,6	14,8
Челябинская	88,5	7,4	9,2	24,3
Сибирский ФО				
Республики:				
Алтай	92,9	34,0	43,0	26,5
Бурятия	351,3	97,1	86,7	-10,7
Тыва	168,6	45,5	54,5	19,8
Хакасия	61,6	97,7	109,4	12,0
Края:				
Алтайский	168,0	55,1	61,7	12,0
Забайкальский	431,9	75,6	81,6	7,9
Красноярский	2366,8	930,2	843,7	-9,3
Области:				
Иркутская	774,8	309,5	271,6	-12,2
Кемеровская	95,7	43,2	40,0	-7,4
Новосибирская	177,8	64,3	70,3	9,3
Омская	141,1	41,3	57,4	39,0
Томская	314,4	182,3	172,2	-5,5
Дальневосточный ФО				
Республики:				
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	1011,0	14,7
Края:				
Камчатский	464,3	275,2	210,9	-23,4
Приморский	164,7	46,3	85,0	83,6
Хабаровский	787,6	491,2	576,3	17,3

Продолжение таблицы 1.3

Субъекты РФ	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2016 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Области:				
Амурская	361,9	170,6	206,5	21,0
Магаданская	462,5	124,9	129,7	3,8
Сахалинская	87,1	57,3	61,9	8,0
Автономные области:				
Еврейская	36,3	217,7	239,6	10,1
Автономные округа:				
Чукотский	721,5	194,6	197,6	1,5

* Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для ЕТР и за период 1936-1980 гг. для АТР.

В 2016 г. на реках Приволжского, Южного, Северо-Кавказского, Уральского и Дальневосточного федеральных округов наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном федеральном округе – близкая к норме. В Центральном и Сибирском федеральных округах водные ресурсы были ниже средних многолетних значений. Среди субъектов Российской Федерации наибольшие суммарные водные ресурсы наблюдались в Красноярском крае и Республике Саха (Якутия) – (843,7 и 1011,0 км^3/год соответственно), наименьшие – в республиках: Крым и Ингушетия, Белгородской и Курской областях (0,9; 1,8; 2,4 и 3,0 км^3/год соответственно).

Вода озер относится к статическим (вековым) запасам ввиду замедленного водообмена, хотя незначительная доля запасов возобновляется ежегодно.

Средняя озерность территории России составляет 2,4%. Однако, в зависимости от конкретных географических условий, увлажненности, орографии местности, притока поверхностных и подземных вод, этот показатель изменяется в значительных пределах. Высокой озерностью характеризуется Северо-Запад России (до 14%) и Западно-Сибирская равнина (8,6%).

Несколько ниже озерность Кольского полуострова (около 6%). По мере продвижения на юг показатель озерности снижается (табл. 1.4) [20, 57].

Таблица 1.4. Распределение озер по регионам Российской Федерации

Регион	Количество	Площадь зеркала, км^2
Европейская территория		
Кольский полуостров	107146	8195
Карелия и Северо-Запад	82503	50107
Север	232419	13756
Центральный регион	35836	17329
Среднее и Южное Приуралье	6778	4182
Южный регион	26459	20947
Прикаспийская низменность	11305	3864
Азиатская территория		
Западно-Сибирская низменность	788042	87754
Алтай и Кузнецкий бассейн	17151	8743
Западные и Восточные Саяны	14307	7227
Забайкалье	47135	35647
Средняя Сибирь	319872	28108
Северо-Сибирская низменность	318849	38487
Северо-Восточная Сибирь	595118	67863
Дальний Восток	63088	9758
Камчатка	40857	2772
Острова Северного Ледовитого и Тихого океанов	41132	3517
Всего по России	**2747997**	**408856**

На территории России насчитывается более 2,7 млн. озер с суммарной площадью водной поверхности почти 409 тыс. км^2. Большинство озер (98%) – небольшие (менее 1 км^2) и мелководные (глубина 1 – 1,5 м), 19 озёр (7 из которых находятся на ЕТР) имеют площадь зеркала, превышающую 1000 км^2 (суммарная площадь их зеркала - 108,1 тыс. км^2). На азиатской территории России находится самое крупное озеро в

мире – озеро Байкал. Площадь озера составляет около 32 тыс. км^2. Суммарный годовой сток крупнейших рек России составляет около 10% объема воды Байкала. Площадь водосбора – около 571 тыс. км^3. В озеро впадает более 300 рек и ручьев, свыше половины притока дает река Селенга [20].

В целом, суммарные запасы воды в озерах России достигают (без учета Каспийского моря) 26,5 – 26,7 тыс. км^3. Каспийское море – наибольший по площади замкнутый солоноватый водоем, имеющий международный статус.

Основная часть ресурсов пресных вод России сосредоточена в крупных озерах: Байкал (20% мировых и более 90% национальных запасов вод), Ладожском, Онежском, Ханка (табл. 1.5). Всего в 12 наиболее крупных озерах содержится свыше 24,3 тыс. км^3 пресных вод.

Таблица 1.5. Изменение запаса воды в крупнейших озерах[1] (км^3 в год)

Озера	Среднемноголетние запасы (объем) воды	на 1.01. 2008 г.	на 1.01.2016 г.	Река (бассейн)	Субъект РФ
Ладожское	911,0	894,0	889,0	Нева	Р. Карелия, Ленинградская обл.
Онежское	292,0	292,0	293,0	Свирь-Нева	Р. Карелия, Ленинградская и Вологодская обл.
Байкал	23 000,0	23 000,0	23 000,0	Ангара-Енисей	Р. Бурятия, Иркутская обл., Забайкальский край
Ханка	18,3	18,1	22,2	Сунгача-Амур	Приморский край

[1] По данным Росгидромета

Для озера Байкал, запасы воды которого очень велики и не сопоставимы с их годичными изменениями, объем считается неизменным от года к году [67].

За период 2007-2016 гг. запасы воды в озере Ханка увеличились на 23%, что обусловлено повышенной водностью рек Илистая, Комиссаровка, Мельгуновка, впадающих в озеро. В других крупнейших озерах объемы воды существенно не изменились.

Для регулирования речного стока в Российской Федерации построено около 30 тыс. водохранилищ и прудов общей вместимостью более 800 млрд. $м^3$, в том числе 2650 водохранилищ с объемом свыше 1 млн. $м^3$ каждое. Их суммарный полезный объем составляет 342 $км^3$, причем более 90% приходится на водохранилища, имеющие емкость свыше 10 млн. $м^3$. Протяженность береговой линии водохранилищ составляет 75,4 тыс. км [20]. Водохранилища размещаются на территории России неравномерно, основная часть сооружена на ЕТР.

Многие водохранилища являются крупнейшими в мире и были построены во второй половине XX века. В первую десятку крупнейших по площади водного зеркала водохранилищ в мире входят Куйбышевское (6,15 тыс. $км^2$), Братское (5 тыс. $км^2$), Рыбинское (4,5 тыс. $км^2$), Волгоградское (3,1 $км^2$), Красноярское (2,0 $км^2$) водохранилища (рис. 1.11).

Помимо регулирования речного стока, водохранилища используются для нужд энергетики, орошения и обводнения, водоснабжения, рыборазведения. Кроме того, водохранилища на равнинных реках: Волга, Кама, Дон и др. имеют большое воднотранспортное значение. В Карелии и Приуралье, благодаря построенным водохранилищам, улучшились условия по сплаву леса. Комплексно используются около 230 водохранилищ, для нужд энергетики – 30, сельского хозяйства – 1760, водоснабжения – 297, прочих нужд – 586.

Изменение запаса воды в крупнейших водохранилищах представлены в таблице 1.6 [20].

За период 2007-2016 гг. наблюдалось незначительное снижение объема воды в Красноярском и Братском водохранилищах (1,2% и 3,5% соответственно), а в Цимлянском водохранилище запасы воды сократились на 26%, что объясняется снижением поверхностного стока р. Дон в последние годы.

В Куйбышевском водохранилище запасы воды возросли (13,5%) и приблизились к своим многолетним значениям.

Таблица 1.6. Изменение запаса воды в крупнейших водохранилищах[1] ($км^3$ в год)

Водохранилища	Средне-многолетние запасы (объем) воды	на 1.01.2008 г.	на 1.01.2016 г.	Река (бассейн)	Субъект РФ
Рыбинское	26,3	17,5	17,2	р. Волга	Ярославская, Тверская, Вологодская области
Куйбышевское	58,0	48,9	55,5	р. Волга	Республики: Татарстан, Марий-Эл, Чувашия, Ульяновская, Самарская области
Волгоградское	31,5	31,2	31,2	р. Волга	Волгоградская, Самарская области
Цимлянское	23,7	17,2	12,7	р. Дон	Волгоградская, Ростовская области
Саяно-Шушенское	31,3	25,7	25,0	р. Енисей	Р. Хакассия
Красноярское	73,3	58,3	57,6	р. Енисей	Красноярский край
Братское	170,0	142,0	137,0	р. Ангара	Иркутская обл.

[1] По данным Росгидромета

За последние годы водные проблемы в Российской Федерации существенно обострились в связи с антропогенными изменениями речного стока. В наиболее обжитых районах страны не осталось крупных рек, не нарушенных хозяйственной деятельностью, причем как на водосборах, так и в руслах самих рек.

Рис. 1.11. Водохранилища Российской Федерации [103]

1.3. Земельные ресурсы

К числу важнейших природных ресурсов относится земля, а самыми главными элементами земельных ресурсов являются почвы.

Огромные размеры территории России, различие природных условий приводят к широкому многообразию почв: от арктических почв побережья Северного Ледовитого океана до бурых полупустынных почв Прикаспия и субтропических желтозёмов предгорий Кавказа. Арктические и тундровые почвы занимают 13% общей земельной площади России. Наиболее распространены на территории России таежно-лесные почвы (рис. 1.12) [97].

В формировании почвенного покрова прослеживаются как глобальные биоклиматические закономерности, так и влияние литологических и геоморфологических условий [22]. Так, на территории страны выделяются полярный, бореальный, суббореальный и субтропический почвенно-биоклиматические пояса, а внутри них почвенно-биоклиматические области и фации, почвенные зоны, подзоны и провинции (рис. 1.13). В направлении с севера на юг выделяются зоны арктических и тундровых почв, подзолистых таёжных, серых лесных, чернозёмов лесостепных и степных, каштановых сухостепных, бурых полупустынных, субтропических коричневых и желтозёмных почв. На территории России по степени континентальности климата чётко выделяются четыре почвенно-биоклиматические фации: Европейская умеренно континентальная, Западно-Сибирская континентальная, Восточно-Сибирская экстраконтинентальная и Дальневосточная муссонная [36].

Черноземы, занимая чуть больше 7% от общей территории страны, являются самыми плодородными типами почв. Черноземы в основном распространены в Центральном, Приволжском, Южном, Северо-Кавказском федеральных округах (табл. 1.7). Подзолистые почвы находятся на европейской территории России, на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири и при правильной агротехнике также дают высокий урожай.

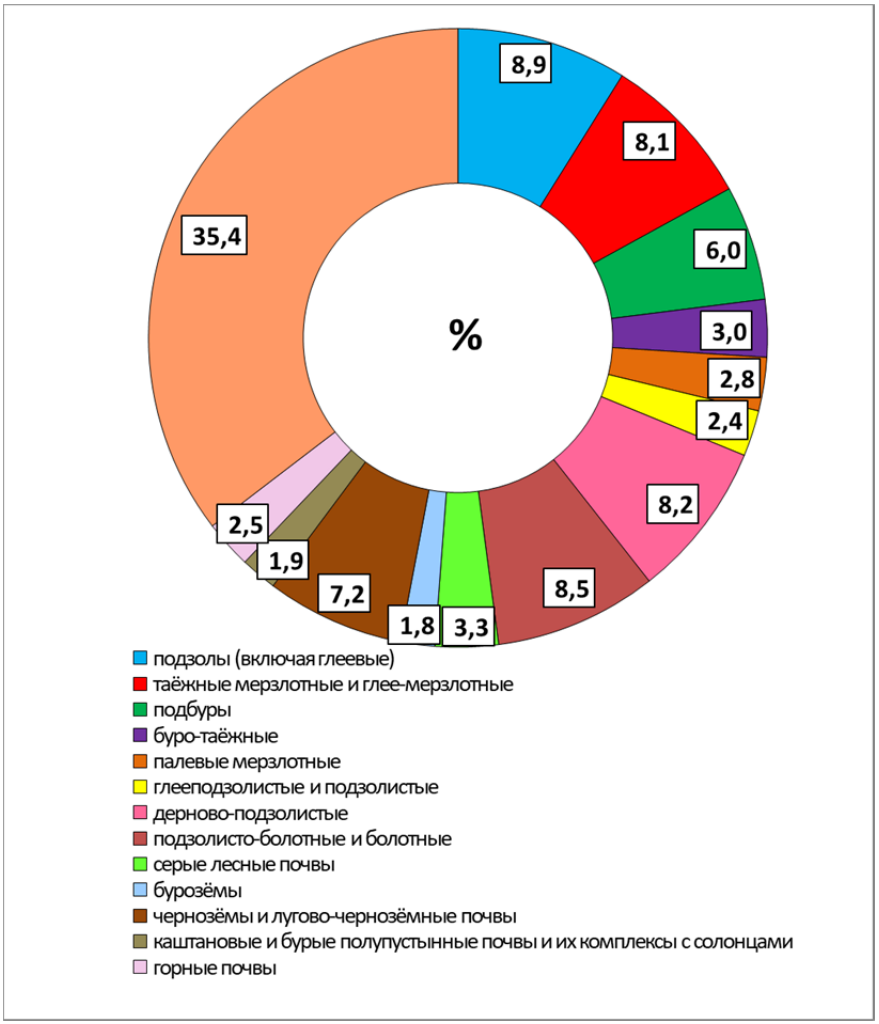


Рис. 1.12. Площади наиболее распространенных почв в Российской Федерации, (в % от общей безводной площади) (по данным Национального атласа почв Российской Федерации)

Таблица 1.7. Распределение преобладающих почв по федеральным округам,% (по данным факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова)

Федеральный округ	Преобладающие почвы
Центральный	дерново-подзолистые (40%), черноземы и лугово-черноземные (26%), серые лесные (10%), пойменные (7%), болотные (3%) и др.
Северо-Западный	подзолы, подзолисто-глеевые, подзолистые и глееодзолистые (50%), дерново-подзолистые (10%), болотные и их различные комплексы (12%), тундровые, арктотундровые, арктические почвы и криогенные комплексы (10%) и др.
Приволжский	черноземы и лугово-черноземные (30%), дерново-подзолистые (20%), серые лесные (16%), подзолистые и подзолы (8%), пойменные (8%), каштановые и лугово-каштановые (3%), солонцеватые и солончаковатые (2%) и др.
Южный	черноземы и лугово-черноземные (37%), каштановые и лугово-каштановые и их галогенные комплексы (25%), бурые и их галогенные комплексы (15%), солонцы и солончаки (2%), луговые (2%), пойменные и маршевые (7%), буроземы и серые лесные (3,5%) и др. *Крымский полуостров: черноземы(50%), каштановые почвы(20%), коричневые (15%) и др.*
Северо-Кавказский	каштановые и лугово-каштановые (26%), черноземы и лугово-черноземные (25%), луговые (6%), коричневые и лугово-коричневые (4%), пойменные (3%), буроземы (7%), горно-луговые и горно-лугово-степные (20%), пески (4%) и др.
Уральский	болотные и гидроморфные комплексы (25%), подзолы и подзолистые (15%), таежные глеевые и тундровые глеевые (18%), пойменные (11%), черноземы и лугово-черноземные (7%), дерново-подзолистые (5%), серые лесные(3%), солонцы и солончаки (1,5%) и др.
Сибирский	арктотундровые и тундровые криогенные комплексы (10%), болотные (5%), глееземы таежные (3%), подбуры (13%), подзолы и подзолистые (10%), дерново-подзолистые (9%), буроземы и дерново-буроземные (8%), таежные торфянисто-перегнойные (6%), дерново- и перегнойно-карбонатные почвы (5%), серые лесные (4%), черноземы и лугово-черноземные (7%), –пойменные почвы (4%), каштановые почвы (1%), солонцы (1%) и др.
Дальневосточный	подбуры (19%), таежные и тундровые глеевые (15%), болотные (10%), арктические, тундровые и болотные почвенные комплексы (10%), перегнойно- и дерновокарбонатные (9%), подзолы (8%), палевые (8%), буроземы (7%), пойменные почвы (5%), вулканические (3%) и др.

Рис 1.13. (начало). Почвы и почвенные комплексы на территории Российской Федерации (97)

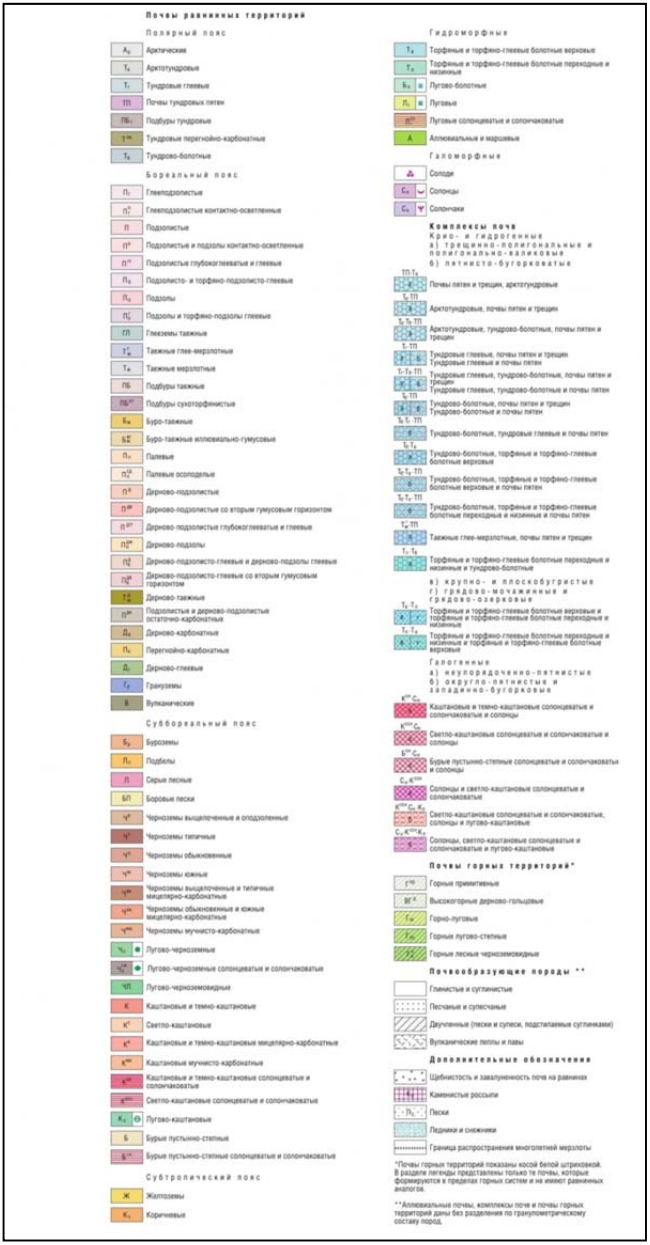


Рис 1.13. (окончание). Почвы и почвенные комплексы на территории Российской Федерации

Площадь земельного фонда Российской Федерации в соответствии с данными Росреестра (на 1 января 2017 г.) составляет 1712,5 млн. га (без учета площади внутренних морей и полос, прилегающих к территориальным морям) [19].

По целевому назначению все земли Российской Федерации делятся на 7 категорий, включая: земли сельскохозяйственного назначения; земли населенных пунктов; земли промышленности, энергетики, транспорта, связи и т.д.; земли особо охраняемых территорий и объектов; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса. Данные о структуре земельного фонда России в разрезе категорий земель представлены на рисунке 1.14.

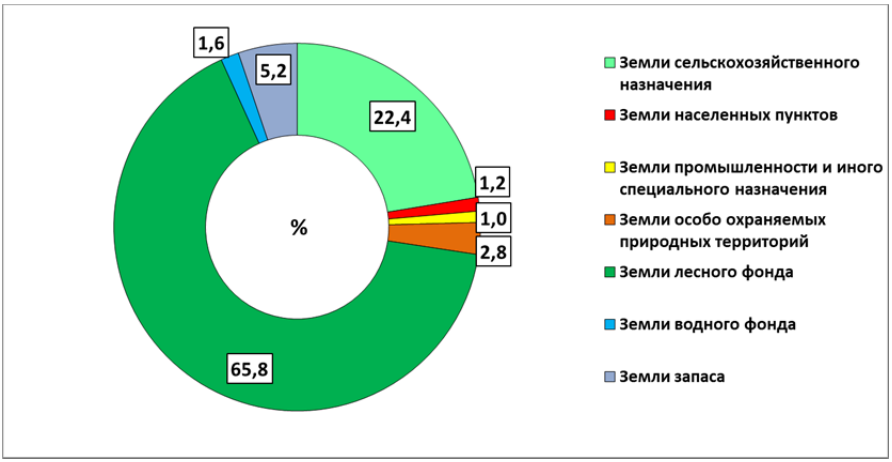


Рис. 1.14. Структура земельного фонда Российской Федерации по категориям земель на 01.01.2017 г. [22]

Почти две трети территории страны – (1126,3 млн. га) представлено землями лесного фонда. На земли сельскохозяйственного назначения приходится почти четверть территории – 383,6 млн. га [29].

В таблице 1.8 представлено распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям за период 2007-2016 гг.

Таблица 1.8. Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям, млн. га [18, 19]

Наименование категорий земель	**2007 г.**	**2016 г.***	**2016 г. к 2007 г. (+ / -)**	**Измене-ния, %**
Земли сельскохозяйственного назначения	403,2	383,6	-19,6	-4,9
Земли населенных пунктов	19,2	20,4	+1,2	+6,3
Земли промышленности и иного специального назначения	16,7	17,4	+0,7	+4,2
Земли особо охраняемых территорий и объектов	34,4	47,3	+12,9	+37,5
Земли лесного фонда	1105,0	1126,3	+21,3	+1,9
Земли водного фонда	27,9	28,1	+0,2	+0,7
Земли запаса	103,4	89,5	–13,9	–13,4
Итого земель в Российской Федерации	1709,8	1712,5	+2,7	+0,15

*Данные с учетом Республики Крым

За период 2007-2016 гг. площадь земельного фонда Российской Федерации увеличилась на 2,7 млн. га за счет учета земель Республики Крым. Соответственно возросли земли почти всех категорий, кроме сельскохозяйственного назначения и запаса, земельные участки которых были переданы в состав земель фонда перераспределения. Так, земли запаса сократились на 13,9 млн. га, а земли сельскохозяйственного назначения уменьшились на 19,6 млн. га и составили 383,6 млн. га (с учетом площади земель данной категории в Республике Крым - 1450,3 тыс. га).

Перераспределение земельного фонда привело к увеличению земель лесного фонда и особо охраняемых территорий и объектов (21,3% и 12,9% соответственно).

В таблице 1.9 представлено распределение земель по категориям в разрезе федеральных округов и субъектов Российской Федерации, по данным Росреестра.

Таблица 1.9. Распределение земель по категориям в разрезе федеральных округов и субъектов Российской Федерации (на 1 января 2017 г., тыс. га)

Федеральные округа, субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
Центральный ФО	**34974,5**	**4927,3**	**1287,8**	**703,9**	**21112,4**	**796,7**	**1217,9**	**65020,5**
Белгородская обл.	2091,5	345	37	2,7	227,7	2,2	7,3	2713,4
Брянская обл.	1976,2	193,9	39	12,7	1208,8	5,1	50	3485,7
Владимирская обл.	983,7	213,6	132,3	0,6	1481,4	10,9	85,9	2908,4
Воронежская обл.	4182,2	444,8	69,6	35,1	464,2	12,2	13,5	5221,6
Ивановская обл.	866,5	111,6	85,9	1,3	1012,9	44,4	21,1	2143,7
Калужская обл.	1814,5	232,6	55,8	100,2	683	6	85,6	2977,7
Костромская обл.	1967,1	124,5	51,3	60,2	3653,3	71,7	93	6021,1
Курская обл.	2279,4	422,1	48,8	5,4	220,4	6,5	17,1	2999,7
Липецкая обл.	1922,5	240,6	41,1	14,6	178,9	6,1	0,9	2404,7
Московская обл.	1611,9	557,6	286,3	65,3	1802,3	25,5	84	4432,9
Орловская обл.	2031,7	197,9	23,1	35,5	169,2	1,2	6,6	2465,2
Рязанская обл.	2553,3	232	60,2	103,6	908,2	30,2	73	3960,5
Смоленская обл.	2219,6	289,8	71,2	114,6	1982,4	25,4	274,9	4977,9
Тамбовская обл.	2783,5	217,7	49,1	10,7	374,7	7,7	2,8	3446,2
Тверская обл.	2575,4	410,9	120,5	81,6	4832,6	174,6	224,5	8420,1
Тульская обл.	1855	234,1	65,2	5,7	282,9	1,8	123,2	2567,9
Ярославская обл.	1260,5	202,5	51,4	54,1	1629,5	365,2	54,5	3617,7
г. Москва		256,1						256,1
Северо-Западный ФО	**31398,4**	**1654,2**	**6628,5**	**6850,5**	**109590,9**	**4667,8**	**7906,9**	**168697,2**
Респ. Карелия	210	75,5	155,1	370,6	14461,4	2658,9	120,5	18052
Респ. Коми	1857,4	199,9	274,7	2613,2	35958,9	142	631,3	41677,4
Архангельская обл.	2313,4	172,1	4918,3	2947,5	26935,8	110,4	3912,8	41310,3
Вологодская обл.	1664,4	200,6	136,6	139,7	11474,7		836,7	14452,7
Калининградская обл.	800,8	119,3	100,8	0,3	271	185,1	35,2	1512,5

Продолжение таблицы 1.9

Федеральные округа, субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
Ленинградская обл.	1702,6	237	386,1	42,1	4756,4	1081,3	185,3	8390,8
Мурманская обл.	2857	62,7	456,9	322,9	9510,6	77,3	1202,8	14490,2
Новгородская обл.	919,4	163,7	46,6	196	3910,9	111	102,5	5450,1
Псковская обл.	2365,3	270,7	101,4	84,7	2311,2	301,8	104,8	5539,9
г. Санкт-Петербург		140,3						140,3
Ненецкий АО	16708,1	12,4	52	133,5			775	17681
Южный ФО	**34644,5**	**1872,9**	**1613,4**	**810,9**	**2989,8**	**1468,5**	**1382,1**	**42087,6**
Респ. Адыгея	333,8	47,8	16,1	92,8	238,6	48,2	1,9	779,2
Респ. Калмыкия	6929,9	62,4	15,2	121,6	60,2	59,9	223,9	7473,1
Респ. Крым	1458,2	187,6	71	19,9	263,3	36	572,1	2608,1
Краснодарский край	4720,8	622,4	147,6	379	1211,3	324,6	142,8	7548,5
Астраханская обл.	3246,1	87,5	538,9	153,1	190,8	417,6	268,4	4902,4
Волгоградская обл.	9121,8	328,9	728,4	33,1	680,8	365,1	29,6	11287,7
Ростовская обл.	8833,9	449,9	96,2	11,4	344,8	217,1	143,4	10096,7
г. Севастополь		86,4						86,4
Северо-Кавказский ФО	**13543**	**704,7**	**181,8**	**307,6**	**1744**	**107,3**	**455,5**	**17043,9**
Респ. Дагестан	4344,6	160,5	43,2	28,7	421,6	26,6	1,8	5027
Респ. Ингушетия	150,9	39,2	6,7	0,2	82,7	0,6	82,5	362,8
Респ. Кабардино-Балкарская	711,5	57,6	11,3	54,8	260,5	2,8	148,5	1247
Респ. Карачаево-Черкесская	816,9	38,7	15	125,4	390,7	10,2	30,8	1427,7
Респ. Северная Осетия – Алания	418,7	59,7	16,7	98	177,4	2,5	25,7	798,7
Чеченская Респ.	993,3	104	33,7		296,6	8,7	128,4	1564,7
Ставропольский край	6107,1	245	55,2	0,5	114,5	55,9	37,8	6616

Продолжение таблицы 1.9

Федеральные округа, субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
Приволжский ФО	**57461**	**4315,4**	**1346,3**	**1228,3**	**36395,6**	**1701**	**1249,9**	**103697,5**
Респ. Башкортостан	7312,5	637,6	112,6	412	5720,6	77,9	21,5	14294,7
Респ. Марий Эл	768,2	83,2	78	58,5	1277	67,6	5	2337,5
Респ. Мордовия	1672,8	139,7	46,3	69	657,2	3,8	24	2612,8
Респ. Татарстан	4633,7	407,8	88,7	33	1219,3	399,7	2,5	6784,7
Удмуртская Респ.	1862,5	204,1	40,5	21,4	2029,4	28,7	19,5	4206,1
Чувашская Респ.	1006,7	141,6	19,8	34,3	596,2	34,6	1,1	1834,3
Пермский край	4301,7	447,6	98,2	283,5	10172,7	304,2	415,7	16023,6
Кировская обл.	3935,3	263,3	63,5	8,7	7325,9	67	373,7	12037,4
Нижегородская обл.	2998,8	427,7	153	49,6	3743,3	100,9	189,1	7662,4
Оренбургская обл.	10927,6	406,8	266,1	79,2	637,9	21,5	31,1	12370,2
Пензенская обл.	3071,8	228,6	44,2	9,1	964,5	14,8	2,2	4335,2
Самарская обл.	4067,4	359,6	71,5	138,8	551,5	167,4	0,3	5356,5
Саратовская обл.	8587,5	368,9	222,5	30,5	550,4	214,7	149,5	10124
Ульяновская обл.	2314,5	198,9	41,4	0,7	949,7	198,2	14,7	3718,1
Уральский ФО	**49466,9**	**2646,7**	**1363,3**	**2577,1**	**108825,2**	**8951,5**	**8019**	**181849,7**
Курганская обл.	4529	563,2	56,5	9,7	1805,5	37,1	147,8	7148,8
Свердловская обл.	4082,6	740,5	450,2	116,6	13632,5	92,5	315,8	19430,7
Тюменская обл.	4553,3	215,6	63,9	2,3	10257,8	476,6	442,7	16012,2
Челябинская обл.	5169,9	406,9	262,6	64,2	2782,1	29,2	138	8852,9
Ханты-Мансийский АО	611	507,9	321,2	874,8	48661,8	501,8	2001,6	53480,1
Ямало-Ненецкий АО	30521,1	212,6	208,9	1509,5	31685,5	7814,3	4973,1	76925
Сибирский ФО	**96389,5**	**2737,3**	**3246,4**	**16616,5**	**350809,8**	**6514,8**	**38181**	**514495,3**
Респ. Алтай	2621,3	46,9	10,3	1143,6	3754,1	27,6	1686,5	9290,3
Респ. Бурятия	2759,3	150,2	495	2093,7	26912	2124,7	598,5	35133,4

Продолжение таблицы 1.9

Федеральные округа, субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
Респ. Тыва	3366	45,2	20,1	655,2	10874,6	96,3	1803	16860,4
Респ. Хакасия	1883,6	68,5	43,8	268,5	3656,7	74,9	160,9	6156,9
Алтайский край	11534,4	384,1	126,3	44,9	4432,8	195,1	82	16799,6
Забайкальский край	7997,8	234,1	1316,7	401,4	31936,6	121,8	1180,8	43189,2
Красноярский край	39760,9	369,3	262,1	9639	155616,9	725	30306,5	236679,7
Иркутская обл.	2883,9	398,6	577,3	1552,4	69331,6	2241,5	499,3	77484,6
Кемеровская обл.	2662,6	391,7	157,7	814,5	5357,8	27	161,2	9572,5
Новосибирская обл.	11144,8	266,7	124,4	2,6	4600,7	595	1041,4	17775,6
Омская обл.	7756,3	245,2	50,7	0,7	5738,1	144,4	178,6	14114
Томская обл.	2018,6	136,8	62		28597,9	141,5	482,3	31439,1
Дальневосточный ФО	**65734,2**	**1519**	**1752,7**	**18156,2**	**494791,8**	**3862,8**	**31116,2**	**616932,9**
Респ. Саха (Якутия)	19446,3	231	133,6	12225,3	252820	2136	21360,1	308352,3
Камчатский край	187,9	102,5	142,5	1097,9	44224,1		672,6	46427,5
Приморский край	1862,3	249,4	384,3	847,3	12150,9	323,2	649,9	16467,3
Хабаровский край	374,8	421,3	269,8	1646,2	73707,2	961,4	1382,6	78763,3
Амурская обл.	3552,8	254,6	276,7	408	30593	324,9	780,8	36190,8
Магаданская обл.	302,5	81,7	59,2	883,9	44569,6	70,5	279	46246,4
Сахалинская обл.	166,2	86,7	332,5	124,8	6981,6	46,8	971,5	8710,1
Еврейская авт. обл.	464,2	45,5	21,1	127,2	2104,7		864,4	3627,1
Чукотский АО	39377,2	46,3	133	795,6	27640,7		4155,3	72148,1
Россия	**383612,0**	**20377,5**	**17420,2**	**47251**	**1126260**	**28070,4**	**89528,5**	**1712519,1**

Наибольшие площади земель населенных пунктов находятся в Центральном (24,2%), Приволжском (21,2%), Сибирском (13,4%) и Уральском (13%) федеральных округах, а наибольшие площади

земель сельскохозяйственного назначения – в Сибирском (25,1%), Дальневосточном (17,1%), Приволжском (15%) и Уральском (13%) федеральных округах, составляя в сумме 70,2% всей площади земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации (табл. 1.9).

В составе земель сельскохозяйственного назначения сельскохозяйственные угодья имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения по данным представленным Россреестром на 01.01.2017 г., составила 222,0 млн. га, в том числе общая площадь пашни – 122,7 млн. га, пастбищ – 68,5 млн. га, сенокосов – 24,0 млн. га, залежи – 4,9 млн. га, многолетних насаждений – 1,9 млн. га. В структуре сельхозугодий России преобладают пашни (рис. 1.15).

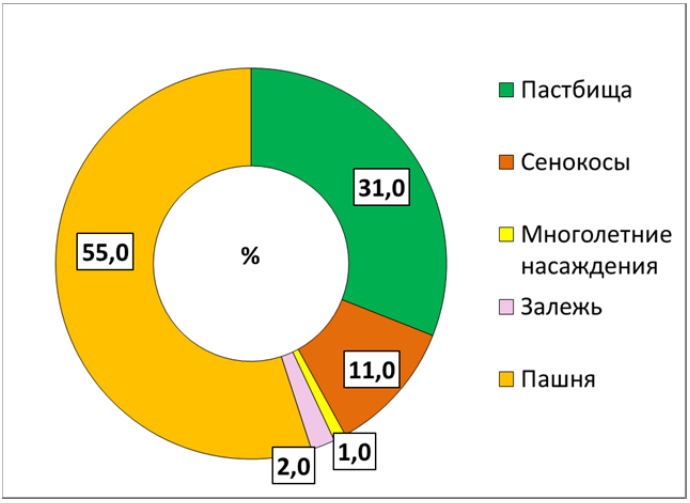


Рис. 1.15. Структура сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения (в %) на 01.01.2017 г.

Наибольшие площади сельскохозяйственных угодий находятся в Приволжском (24,8%), Сибирском (25,5%), Южном (15,2%) и Центральном (15,0%) федеральных округах, составляя примерно 80% всей площади сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации (табл. 1.10).

Таблица 1.10. Распределение земель Российской Федерации по сельскохозяйственным угодьям в разрезе федеральных округов (на 01.01. 2017 г., тыс. га)

Федеральные округа	Общая площадь	Сельскохозяйственные угодья				
		всего	в том числе			
			пашня	залежь	многолетние насаждения	сенокосы
Центральный	65020,5	33281,5	23844	450,9	526,0	2576,6
Северо-Западный	168697,2	6829,7	3427,1	240,6	121,3	1797,5
Южный	42087,6	33732,7	18464,5	33,2	333,6	874,2
Северо-Кавказский	17043,9	12094	5627,3	23,2	165,9	558
Приволжский	103697,5	55057,0	36280,9	872,9	361,8	3670,4
Уральский	181849,7	16368,1	8311,2	971,1	105,2	3179,9
Сибирский	514495,3	56663,6	23982,9	1906,7	215,5	9123,4
Дальневосточный	616932,9	8013,6	2768,7	425	71,7	2240,5
Россия	**1712519,1**	**222040,2**	**122706,6**	**4923,6**	**1901,0**	**24020,5**

По данным Росреестра

В таблице 1.11. представлена динамика изменения площади сельскохозяйственных угодий в границах Российской Федерации за период с 2007 по 2016 гг.

В целом по Российской Федерации за период с 2007 по 2016 г. общая площадь сельскохозяйственных угодий увеличилась на 1 472,3 тыс. га. Увеличение площади земель, используемых под пашню, за данный период составило 1 133,1 тыс. га.

Следует отметить, что на начало 2017 г. в Российской Федерации площадь неиспользованных земель сельскохозяйственного назначения составила - 52 млн. га (13,6%) от общей площади земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица 1.11. Динамика площади сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации за период с 2007 по 2016 гг. (тыс. га) [18, 19, 28]

Год	Сельскохозяйственные угодья (с землями личного пользования), всего	в том числе		
		пашня	сенокосы и пастбища	залежь
2007	220 567,9	121 573,5	92 094,5	5105,7
2008	220 491,6	121 648,9	92 052,0	4998,0
2009	220 461,6	121 648,7	92 053,0	4965,2
2010	220 396,3	121 433,9	92 059,5	5103,3
2011	220 272,1	121 444,9	92 028,3	4996,9
2012	220 220,8	121 459,6	91 996,7	4960,2
2013	220 204,0	121 473,1	91 965,1	4955,1
2014	220 205,8	121 489,9	91 967,0	4922,1
2015	222 066,3	122 752,6	92 501,9	4910,9
2016	222 040,2	122 706,6	92 509,0	4923,6

Больше всего неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в Приволжском – (25,9% от общей площади неиспользованных земель в РФ), Сибирском – (19,1%), Дальневосточном - (17,6%), Центральном – (14,4%) федеральных округах. Наименьшая площадь неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в Северо-Кавказском федеральном округе – (0,4%) [29].

На сегодняшний день проблема использования земель сельскохозяйственного назначения является наиболее актуаль-

ной. Продолжает происходить сокращение обрабатываемых площадей, участвующих в сельскохозяйственной деятельности. Большая часть потерь пахотных земель связана с неправильным управлением земельными ресурсами. Значительное количество земель теряется при добыче полезных ископаемых. Несанкционированное захоронение опасных промышленных, химических и бытовых отходов не позволяет использовать многие территории, пригодные для ведения народного хозяйства. Так, в результате разработки месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных работ, торфоразработок и при строительстве продолжают нарушаться земли и по состоянию на 1 января 2017 г. площадь нарушенных земель составила 1 058,6 тыс. га, что на 21,6 тыс. га больше по сравнению с предыдущим годом. Наибольшие площади нарушенных земель расположены на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (105,5 тыс. га), Кемеровской (79,1 тыс. га), Магаданской (77,4 тыс. га), Свердловской (62,0 тыс. га) областей, Ханты-Мансийского (55,7 тыс. га) и Чукотского (47,5 тыс. га) автономных округов, Московской (35,2 тыс. га), Челябинской (31,8 тыс. га) областей, Республики Саха (Якутия) (30,9 тыс. га) [29].

Итоги мониторинга пахотных угодий по кислотности почв показали, что по состоянию на 1 января 2017 г. в Российской Федерации из обследованных 100,7 млн. га пашни кислые почвы, требующие первоочередного известкования, занимали 34,7%, или 34,9 млн. га, из которых 3% – сильно кислые почвы. Площадь почв с наиболее благоприятным уровнем реакции среды, близким к нейтральному (pH 5,6-6,0), составила 19,3 млн. га, или 19,2% от общей обследованной площади пашни. Почвы, характеризующиеся нейтральной реакцией (pH 6,1-7,5) занимали 29,0%, или 30,2 млн. га, а почвы с pH выше 7,5 – 17,6 млн. га, или 17,4%. Из чего можно сделать вывод, что процесс подкисления почв нарастает, а площади почв пашни, требующих известкования, увеличиваются. Наибольшие площади пашни в Российской Федерации, нуждающиеся в известковании, сосредоточены в Центральном, Северо-Запад-

ном, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах: (59,5; 46,3; 34,7; 49,9; 30,9 и 89,6 соответственно) [29].

Проведенный Росреестром анализ поступивших из субъектов Российской Федерации докладов о состоянии и использовании земель за 2016 г. по их качественному и экологическому состоянию показывает, что на территории России почти повсеместно наблюдается деградация земель.

Основными негативными процессами, приводящими к деградации земель, почвенного покрова являются: водная и ветровая эрозия, переувлажнение и заболачивание, подтопление, засоление и осолонцевание, нарушение земель. В результате опустынивания аридных территорий природные пастбища теряют свою продуктивность, почвы подвергаются эрозии и засолению, пески оголяются и приходят в движение.

В районах Крайнего Севера в результате многоцелевого и крупномасштабного промышленного освоения территорий возникли обширные очаги сильного загрязнения, захламления, нарушения и деградации земель.

Для урбанизированных территорий наиболее характерными являются такие негативные воздействия, как разрушение почвенного покрова, загрязнение и захламление земель строительными, промышленными и бытовыми отходами. Загрязнение и захламление земель в той или иной мере относится ко всей территории Российской Федерации, за исключением земель природоохранного назначения и значительной части земель лесного фонда.

Загрязнение земель различными токсикантами и другими веществами характерно для территорий, непосредственно примыкающих к промышленным предприятиям и подверженных также воздействиям газопылевых выбросов вредных веществ из атмосферы; территорий, находящихся вдоль автомобильных трасс, нефтепроводов; и подверженным воздействиям, относящимся к другим объектам, загрязняющим природную среду [19, 23].

1.4. Лесные ресурсы

На леса России приходится 22% площади лесов мира и 1/4 мировых запасов древесины. Общая площадь земель лесного фонда Российской Федерации по данным Рослесхоза на 01.01.2016 г. составляла 1 184 млн. га (табл. 1.12). Площадь, покрытая лесной растительностью, занимает 795,1 млн. га (46,4% площади России), основными лесообразующими породами считаются лиственницы сибирская и Гмелина (даурская), сосны обыкновенная и сибирская кедровая, берёзы повислая и пушистая, ели сибирская и европейская; общий запас древесины в лесах – 82,7 млрд. $м^3$ [5, 65].

Таблица 1.12. Основные показатели лесного фонда, находящегося в ведении Рослесхоза

Показатели	2007	2010	2014	2015	2016
Площадь земель лесного фонда и земельных категорий, на которых расположены леса, млн. га	1 105,0	1183,2	1184,1	1184,1	1184,3
в том числе: лесная, млн. га	891,9	891,8	891,6	890,9	891,4
из нее: покрытая лесом, млн. га	727,1	797,1	795,2	795,0	795,1
Общий запас древесины на корню, млрд. $м^3$	75,5	83,4	82,8	82,8	82,7

По данным Рослесхоза

Основные запасы лесов сосредоточены в Сибири, на Дальнем Востоке и на севере Европейской территории (рис. 1.16). Средняя лесистость по стране (степень облесённости территории) составляет (на конец 2015 г. – 46,5%) [91]. На европейской территории Российской Федерации к наиболее лесистым регионам (60-70% и более) относятся: Новгородская, Кировская, Пермская, Вологодская области и Республика Коми. Несколько ниже лесистость (50-60%) в Республике Карелия, Псковской, Архангельской, Тверской, Владимирской областях. К югу лесистость постепенно снижается. В подтаежной зоне: в Брянской, Ярославской, Московской областях она составляет 30-50%. В Пензенской, Рязанской, Ульяновской областях и в Республике Мордовия леса

почти все вырублены и лесистость аналогична лесистости в лесостепной зоне – 20-30% [110].

В степной зоне лесистость варьирует в различных регионах, что связано с распространением искусственных лесонасаждений – полезащитных лесополос. В среднем в степной зоне (Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской, Тамбовской, Тульской областях) лесистость составляет 10-20%. В южностепных районах лесистость еще ниже до (7-10%). Такова, например, лесистость в Астраханской, Ростовской, Волгоградской, Оренбургской областях и Ставропольском крае, хотя экологическая норма лесистости здесь составляет 25%.

За Уралом сложилась несколько иная картина лесистости. К наиболее залесенным регионам (более 70%) относятся Приморский край, Иркутская область, Красноярский край, Амурская область, Читинская область. В горах юга Восточной Сибири залесенность ниже - Республика Тыва (54,1%), Республика Хакасия (53,8%), Республика Алтай (49,1%) [110].

Основными лесообразующими породами России являются лиственница, сосна, ель, кедр, дуб, бук, береза, осина. Они занимают около 90% земель, покрытых лесной растительностью, в том числе лесообразующие породы хвойной группы – 68,1%, твердолиственной – 2,4%, мягколиственной – 19,7%. (табл. 1.13).

Таблица 1.13. Площади лесов по преобладающим породам в разрезе федеральных округов на 01.01.2017 г., тыс. га [22]

Федеральный округ	Всего	Площадь лесов с преобладанием пород		
		Хвойных	Твердолиственных	Мягколиственных
Дальневосточный	289 145,30	203 883,70	12 767,90	17 545,00
Приволжский	36 088,10	16 364,30	1 894,10	17 567,80
Северо-Западный	85 051,20	61 451,70	45,8	23 294,10
Северо-Кавказский	1 579,90	181,5	917,7	375,5
Сибирский	268 217,90	188 303,40	5,1	60 663,40
Уральский	67 014,20	45 877,50	31	20 175,70
Центральный	21 096,20	8 167,00	979,3	11 818,50
Южный	2 242,00	211,2	1 611,70	256,2
Российская Федерация	770 434,80	524 440,30	18 252,60	151 696,20

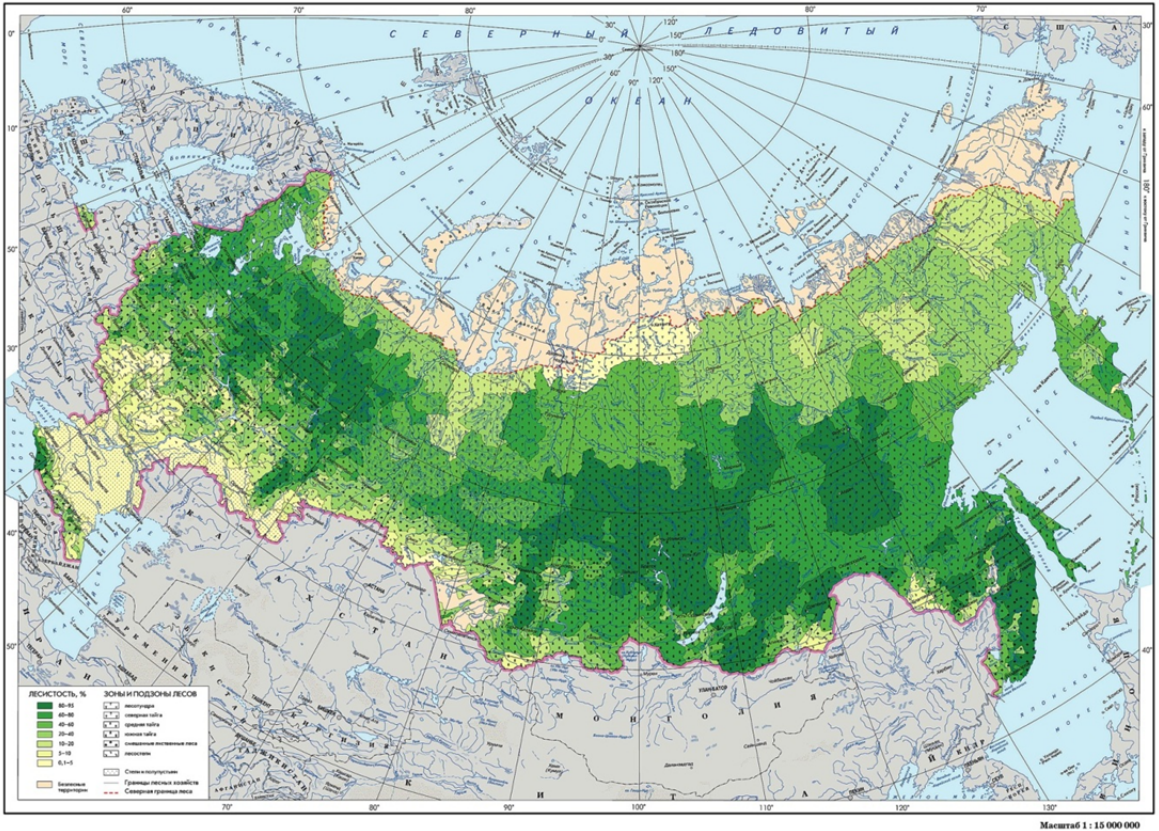


Рис. 1.16. Лесистость России [57]

Начиная с 2011 г. площадь сплошных рубок устойчиво превышает площадь лесов, на которых осуществляется лесовосстановление. За 2011-2016 гг. накопленная площадь невосстановленных вырубок составила около 0,5 млн. га (таблица 1.14). Указанная величина не учитывает потери лесов в результате рубок, пожаров, воздействия вредителей, болезней леса и иных причин.

Таблица 1.14. Динамика объемов рубок и лесовосстановительных работ, 2000-2016 гг.

Показатель	Год										
	2000	**2004**	**2006**	**2008**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Сплошные рубки, тыс. га	621,7	657,9	670,7	742,2	781,0	904,4	873,4	969,2	927,8	938,5	995,5
Лесовосстановление, тыс. га	913,5	733,8	821,3	828	812	860	842	872	863	803	842,7
в т.ч. искусственное	263,3	230,4	194,5	191,4	170,8	196,5	182,8	186,9	187,4	182,2	178,8
Обеспеченность сплошных рубок лесовосстановлением, %	147	112	122	102	88	84	83	81	80	75	74
Доля искусственного лесовосстановления, %	29	31	24	23	21	23	22	21	22	23	21

По данным Росстата

2016 г. объявлен в России Годом лесовосстановления, поэтому этим работам было уделено особое внимание. Так, в 2016 г. было выполнено лесовосстановление на общей площади 842,7 тыс. га, что составило 102,2% от плана, а искусственное лесовосстановление – на площади 178,8 тыс. га, комбинированное лесовосстановление – на площади 17,5 тыс. га [22]. Ежегодные объемы лесовосстановления в России стабилизировались на уровне 800-900 тыс. га (рис. 1.17).

Значение лесных ресурсов в природном комплексе и хозяйственной деятельности человека невозможно переоценить. Помимо основных функций, в них заложено основное биологическое разнообразие страны. В Российской Федерации, по

мнению многих специалистов, они используются недостаточно рационально, т.к. вырубленные площади не восстанавливаются в должной мере.

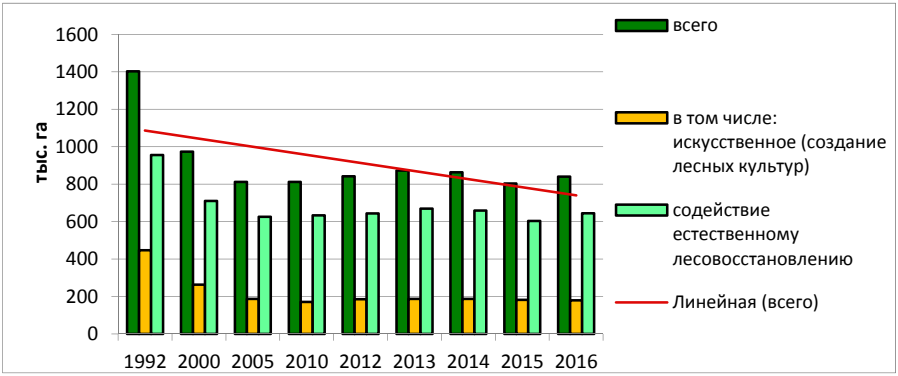


Рис. 1.17. Лесовосстановительные мероприятия на землях лесного фонда и землях иных категорий (тыс. га) (по данным Рослесхоза)

1.5. Минерально-сырьевые ресурсы

Минерально-сырьевая база России включает в себя практически все виды полезных ископаемых: топливно-энергетические ресурсы (нефть, природный газ, уголь, уран); черные металлы (железные, марганцевые, хромовые руды); цветные и редкие металлы (медь, свинец, цинк, никель, алюминиевое сырье, олово, вольфрам, молибден, сурьма, ртуть, титан, цирконий, ниобий, тантал, иттрий, рений, скандий, стронций и др.); благородные металлы и алмазы (золото, серебро, платиноиды); неметаллические полезные ископаемые (апатиты, фосфориты, калийные и поваренная соли, плавиковый шпат, слюда-мусковит, тальк, магний, графит, барит, пьезооптическое сырье, драгоценные и поделочные камни и др.).

Российская Федерация обладает природно-ресурсным потенциалом, который способен обеспечивать внутренние потребности и экспортные поставки. Но потенциал этот характеризуется крайне неравномерным размещением по территории. Значительная часть его сосредоточена в восточных и малоосвоенных северных регионах страны. В целом для природных

ресурсов России характерна диспропорция в их распределении между западными и восточными районами. В восточных районах сосредоточена основная часть потенциальных и разведанных запасов топливно-энергетических ресурсов, древесины, руд цветных и благородных металлов. Европейская территория страны менее обеспечена ресурсами, особенно топливно-энергетическими, а юг ЕТР – лесными и водными, кроме того, здесь расположены основные железно-рудные бассейны, запасы бокситоносных руд, большинство месторождений фосфатного сырья (рис. 1.18) [54].

В России открыто и разведано около 20 тыс. месторождений полезных ископаемых, из которых примерно 37% введены в промышленное освоение. Крупные и уникальные месторождения (около 5%) содержат почти 70% запасов и обеспечивают 50% добычи минерального сырья. Месторождения России содержат свыше 10% мировых разведанных запасов нефти, примерно одну треть – газа, 12% – угля, 28% – железных руд, значительную часть разведанных запасов цветных и редких металлов. По количеству разведанных запасов золота, платиноидов и платины Российская Федерация занимает второе место в мире, алмазов и серебра – первое. Имеются крупные запасы апатитов, калийных солей, плавикового шпата и других неметаллических полезных ископаемых.

По разведанным запасам нефти Россия входит в число ведущих нефтедобывающих стран. В ее недрах сосредоточено 5% мировых запасов нефти, которые оцениваются в 80 млрд. баррелей или 11 млрд. т нефти с конденсатом [21].

Основные ресурсы нефти составляют по суше 87,6%, по шельфу – 12,4%. Месторождения нефти расположены в 40 субъектах Российской Федерации. Наибольшие из них сосредоточены в Западной Сибири – 69%, Урало-Поволжье –17%, на Европейском Севере – 7,8% и в Восточной Сибири – 3,6%. Основные разведанные запасы нефти находятся в Уральском федеральном округе – 66,7%. Основные запасы нефти сосредоточены в недрах Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока, а также на шельфе арктических и дальневосточных морей (рис. 1.19).

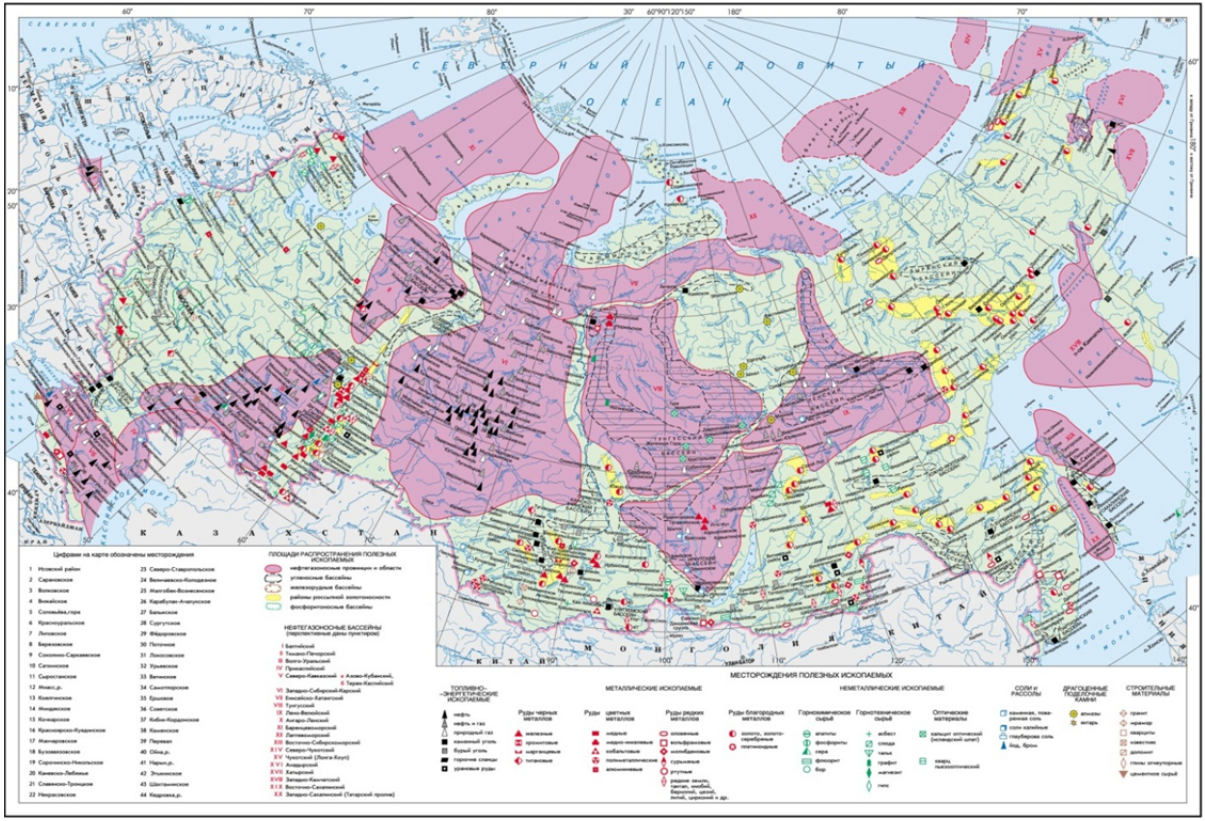


Рис. 1.18. Топливно-энергетические ресурсы Российской Федерации [57]

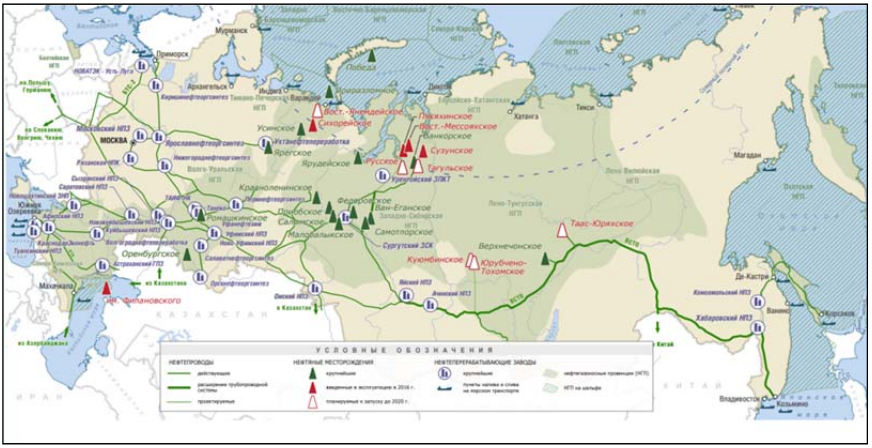


Рис. 1.19. Развитие нефтяной отрасли в Российской Федераци [22]

Следует отметить, что с начала 2000 г. наметилась явная тенденция увеличения добычи нефти (табл. 1.15).

Таблица 1.15. Добыча нефти (с конденсатом) в 2000-2016 гг. (млн. т)

	2000	2010	2014	2015	2016
Нефть добытая, включая газовый конденсат	324	506	526	535	548
в том числе:					
нефть добытая	313	486	501	503	515
конденсат газовый нестабильный	10,4	19,4	25,5	31,5	32,6

По данным Росстата

Россия располагает крупнейшей в мире сырьевой базой природного газа, его извлекаемые запасы, учтенные Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации, превышают 72,9 трлн. м^3. Они включают свободный газ газовых залежей, на долю которого приходится 82% запасов, газ газовых шапок (15%) и растворенный в нефти газ (3%). Более 90% запасов газа заключено в недрах 29 гигантских и 81 крупных месторождений. Всего в Российской Федерации открыто более 880 газовых, газоконденсатных и газонефтяных месторождений, из которых в разработку вовлечено 361 месторождение с разве-

данными запасами 21,0 трлн. м^3, или 45,47% российских запасов [21]. Газовая добыча России сосредоточена, в основном, в Ямало-Ненецком автономном округе, где добывается около 81% российского природного газа (рис. 1.20). В этом регионе находятся 8 из 10 крупнейших российских газовых месторождений по количеству извлекаемого топлива.

Рис. 1.20. Развитие газовой отрасли [22]

Сырьевая база природного газа России огромна и может удовлетворить практически любой как внутренний, так и экспортный спрос на протяжении многих десятилетий. Основной проблемой сырьевой базы природного газа России является постепенное истощение запасов наиболее дешевого сухого сеноманского газа в Западной Сибири.

России принадлежит лидирующее место в мире как по добыче газа (более четверти от мировой), так и по величине разведанных запасов (около трети мировых). На протяжении последних двух десятилетий прирост запасов и добычи газа в мире характеризовался более высокими темпами по сравнению с другими видами энергоресурсов. В России же в соответствии с общим кризисным состоянием экономики прирост разведанных запасов и добычи газа имел выраженную тенденцию к сокращению. Начиная с 2000 г. объем добычи газа увеличивался и стабилизировался в последние годы на уровне 640 млрд. м^3 (табл. 1.16) [70].

Таблица 1.16. Добыча и переработка газа (млрд. $м^3$)

	2000	2010	2014	2015	2016
Газ природный и попутный	584	651	642	634	641
в том числе:					
горючий природный (газ естественный)	555	593	569	555	557
нефтяной попутный (газ горючий природный нефтяных месторождений)	29	57,9	73,4	78,4	84
Газ сухой	-	16,1	14,9	15,9	15,6

По данным Росстата, 2017

Запасы углей всех категорий, учитываемые Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации, превышают 274 млрд. т. Свыше половины их приходится на бурые угли, доля более ценных каменных углей составляет 43,5%, в том числе более 18% – коксующиеся угли, их запасы достигают почти 50 млрд. т. Чуть более 3% российских запасов твердого топлива представлены антрацитами [22].

Около половины разведанных запасов углей находится в Кемеровской области (рис. 1.21). На долю Дальнего Востока и ЕТР приходится 15% разведанных запасов углей. Испытывают острый дефицит угля Уральский регион, республики Северного Кавказа, Алтай, Хабаровский и Приморский края, Еврейская автономная область, Камчатская область и некоторые другие субъекты Российской Федерации [87].

Россия обладает крупной сырьевой базой железорудного сырья – его запасы достигают 110 млрд. т. По количеству промышленных запасов уступает только Бразилии. По объему выпускаемой продукции страна занимает пятое место в мире. Значительные прогнозные ресурсы, локализованные на территории страны, определяют широкие возможности для наращивания запасов железных руд страны.

Рис. 1.21. Вводы новых объектов и создание новых центров угледобычи в 2016 г. [22]

Рудные полезные ископаемые приурочены в основном магматическим и метаморфическим породам горных областей. Особенно выделяются месторождения железных руд Курской магнитной аномалии, Кольского полуострова, Ангарского бассейна, Анданского щита; никелевые руды Кольского полуострова и полиметаллические руды в районе г. Норильска. Руды цветных и редких металлов сосредоточены в основном в горных областях: на Урале, Алтае, Кавказе, в Забайкалье, на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири.

Из представленных в таблице 1.17 данных видно, что за период 2010-2016 гг. добыча металлических руд и прочих полезных ископаемых увеличилась, существенный рост (52%) произошел по добыче строительных нерудных материалов.

Россия обладает крупными запасами алмазов (Якутия), золота (Якутия, Сибирь), апатитов (Кольский полуостров), меди (Урал, Кавказ, Западная Сибирь), каменных солей (Поволжье, Урал), каменной и поваренной солей (Урал, Поволжье), графита (Урал, Сибирь) и др.

Таблица 1.17. Добыча металлических руд и прочих полезных ископаемых [78]

	2010	**2014**	**2015**	**2016**
Концентрат железорудный, млн. т	95,9	102	101	101
Руды и концентраты золотосодержащие, в % к предыдущему году	101,6	109,8	97,4	102,2
Порошок известняковый (мука), млн. т	1,6	2,9	2,6	2,8
Материалы строительные нерудные, млн. $м^3$	319	445	447	485
в том числе:				
пески природные	123	170	193	228
галька, гравий, щебень	177	241	224	224

По данным Росстата

Негативное антропогенное воздействие на минерально-сырьевую базу выражается в истощении запасов минерального сырья, снижении качественных характеристик месторождений, а также в виде негативных воздействий на различные компоненты окружающей среды в ходе добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых (загрязнение почв и деградация земель, загрязнение водных объектов, нарушение ландшафтов, потеря местообитания биологических видов и др.) [22].

2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

2.1. Административно-территориальное деление

Российская Федерация – суверенная демократическая республика, имеет федеративную форму государственного устройства. В составе Российской Федерации по состоянию на 1 января 2017 г. находятся 85 административно-территориальных единиц – субъектов Федерации: 22 республики, 9 краев, 46 областей, 3 города федерального значения (г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Севастополь), 1 автономная область, 4 автономных округа (табл. 2.1) [42, 84].

Табл. 2.1. Субъекты Российской Федерации [83, 84, 101]

№	Субъекты	**Площадь ($км^2$)** на 01.01.2017 г.	**Население тыс. чел.** на 01.01.2007 г.	**Население тыс. чел.** на 01.01.2017 г.	**Административный центр**
	Республики:				
1	Адыгея	7792	441,0	453,4	Майкоп
2	Алтай	92903	205,0	217,0	Горно-Алтайск
3	Башкортостан	142947	4051,0	4067,0	Уфа
4	Бурятия	351334	960,0	984,1	Улан-Удэ
5	Дагестан	50270	2659,0	3041,9	Махачкала
6	Ингушетия	3628	493,0	480,5	Магас
7	Кабардино-Балкарская	12470	891,0	864,4	Нальчик
8	Калмыкия	74731	287,0	277,8	Элиста
9	Карачаево-Черкесская	14277	429,0	466,4	Черкесск
10	Карелия	180520	693,0	627,1	Петрозаводск
11	Коми	416774	975,0	850,5	Сыктывкар
12	Крым	26081	–	1912,2	Симферополь
13	Марий Эл	23375	707,0	684,7	Йошкар-Ола

Продолжение таблицы 2.1

№	Субъекты	Площадь ($км^2$) на 01.01.2017 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2007 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2017 г.	Административный центр
14	Мордовия	26128	848,0	808,5	Саранск
15	Саха (Якутия)	3083523	950,0	962,8	Якутск
16	Северная Осетия – Алания	7987	701,0	703,3	Владикавказ
17	Татарстан	67847	3760,0	3885,2	Казань
18	Тыва	168604	309	318,6	Кызыл
19	Удмуртская	42061	1538,0	1516,8	Ижевск
20	Хакасия	61569	537,0	537,7	Абакан
21	Чеченская	15647	1184,0	1414,9	Грозный
22	Чувашская	18343	1286,0	1235,9	Чебоксары
	Края:				
23	Алтайский	167996	2523,0	2365,7	Барнаул
24	Забайкальский	431892	1122,0	1079,0	Чита
25	Камчатский	464275	347,0	314,7	Петропавловск-Камчатский
26	Краснодарский	75485	5101,0	5570,9	Краснодар
27	Красноярский	2366797	2852,0	2875,3	Красноярск
28	Пермский	160236	2731,0	2632,1	Пермь
29	Приморский	164673	2006,0	1923,1	Владивосток
30	Ставропольский	66160	2701,0	2804,4	Ставрополь
31	Хабаровский	787633	1405,0	1333,3	Хабаровск
	Области:				
32	Амурская	361908	875,5	801,8	Благовещенск
33	Архангельская	413103	1280,0	1121,8	Архангельск
34	Астраханская	49024	994,0	1018,9	Астрахань
35	Белгородская	27134	1514,0	1552,9	Белгород
36	Брянская	34857	1317,0	1220,5	Брянск
37	Владимирская	29084	1459,0	1389,6	Владимир
38	Волгоградская	112877	2620,0	2535,2	Волгоград
39	Вологодская	144527	1228,0	1183,9	Вологда

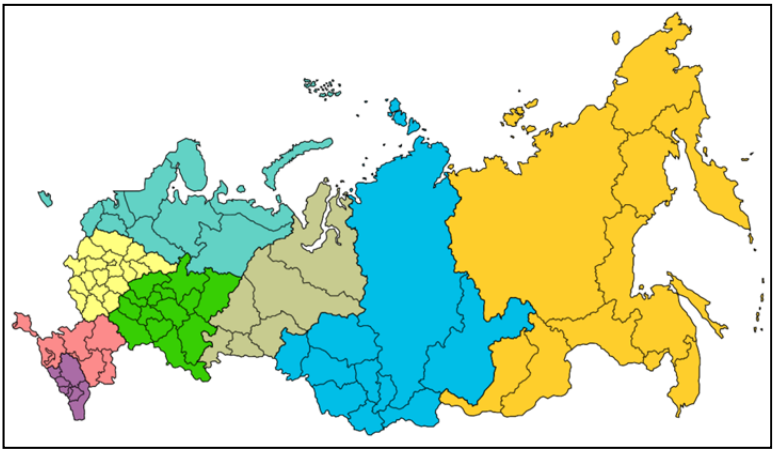
Продолжение таблицы 2.1

№	Субъекты	Площадь ($км^2$) на 01.01.2017 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2007 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2017 г.	Административный центр
40	Воронежская	52216	2295,0	2335,4	Воронеж
41	Ивановская	21437	1088,0	1023,2	Иваново
42	Иркутская	774846	2514,0	2408,9	Иркутск
43	Калининградская	15125	937,0	986,3	Калининград
44	Калужская	29777	1009,0	1014,6	Калуга
45	Кемеровская	95725	2826,0	2708,8	Кемерово
46	Кировская	120374	1427,0	1291,7	Киров
47	Костромская	60211	702,0	648,2	Кострома
48	Курганская	71488	969,0	854,1	Курган
49	Курская	29997	1171,0	1122,9	Курск
50	Ленинградская	83908	1638,0	1791,9	Санкт-Петербург
51	Липецкая	24047	1174,0	1156,2	Липецк
52	Магаданская	462464	169,0	145,6	Магадан
53	Московская	44379	6646,0	7423,5	Москва
54	Мурманская	144902	857,0	757,6	Мурманск
55	Нижегородская	76624	3381,0	3247,7	Нижний Новгород
56	Новгородская	54501	657,0	612,5	Великий Новгород
57	Новосибирская	177756	2641,0	2779,5	Новосибирск
58	Омская	141140	2026,0	1972,7	Омск
59	Оренбургская	123702	2126,0	1989,6	Оренбург
60	Орловская	24652	827,0	754,8	Орёл
61	Пензенская	43352	1396,0	1341,5	Пенза
62	Псковская	55399	714,0	642,2	Псков
63	Ростовская	100967	4276,0	4231,3	Ростов-на-Дону
64	Рязанская	39605	1172,0	1126,7	Рязань
65	Самарская	53565	3178,0	3203,7	Самара
66	Саратовская,	101240	2595,0	2479,2	Саратов
67	Сахалинская	87101	521,0	487,4	Южно-Сахалинск

Продолжение таблицы 2.1

№	Субъекты	Площадь ($км^2$) на 01.01.2017 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2007 г.	Население тыс. чел. на 01.01.2017 г.	Административный центр
68	Свердловская	194307	4400,0	4329,4	Екатеринбург
69	Смоленская	49779	994,0	953,2	Смоленск
70	Тамбовская	34462	1117,0	1040,3	Тамбов
71	Тверская	84201	1390,0	1296,8	Тверь
72	Томская	314391	1033,0	1078,9	Томск
73	Тульская	25679	1580,0	1499,4	Тула
74	Тюменская	160122	1318,0	1477,9	Тюмень
75	Ульяновская	37181	1322,0	1252,9	Ульяновск
76	Челябинская	88529	3517,0	3502,3	Челябинск
77	Ярославская	36177	1320,0	1270,7	Ярославль
	Автономные округа:				
78	Ненецкий	176810	42,0	43,9	Нарьян-Мар
79	Ханты-Мансийский – Югра	534801	1488,0	1646,1	Ханты-Мансийск
80	Чукотский	721481	50,0	49,8	Анадырь
81	Ямало-Ненецкий	769250	539,0	536,0	Салехард
82	Еврейская авт. область	36271	186,0	164,2	Биробиджан
	Города федерального значения				
83	Москва	2561	10443,0	12380,7	Москва
84	Санкт-Петербург	1403	4571,0	5281,6	Санкт-Петербург
85	Севастополь	864	–	428,8	Севастополь
	Российская Федерация	**17125241**	**142221,0**	**146804,4**	

Субъекты Федерации в целях повышения эффективности управления социально-экономическим развитием страны объединены в 8 федеральных округов. Наибольшим округом по количеству субъектов – (18) и численности населения – (39 209,6 тыс. чел), является Центральный округ, по размерам территории – Дальневосточный округ (6 169,3 $км^2$) (рис. 2.1).



№	Название ФО	Административный центр	Площадь (км^2)	Население, тыс. чел	Субъекты
1	Центральный	Москва	650,2	39209,6	*Области*: Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская, Ярославская; *город федер. зн-я*: Москва
2	Северо-Западный	Санкт-Петербург	1687,0	13899,3	*Республики*: Карелия, Коми; *Области*: Архангельская, Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская, Псковская; *город федер. зн-я*: Санкт-Петербург; Ненецкий автономный округ

Рис. 2.1. Федеральные округа РФ (по данным Росстата по состоянию на 01.01.2017 г.)(начало).

3	Южный	Ростов-на-Дону	447,8	16428,5	*Республики*: Адыгея, Калмыкия, Крым; *Области*: Астраханская, Волгоградская, Ростовская, Краснодарский край; *город федер. зн-я*: Севастополь
4	Северо-Кавказский	Пятигорск	170,4	9775,8	*Республики*: Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия-Алания, Чеченская; Ставропольский край
5	Приволжс-кий	Нижний Новгород	1037,0	29636,5	*Республики*: Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртская, Чувашская; *Области*: Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская; Пермский край
6	Уральский	Екатерин-бург	1818,5	12345,8	*Области*: Курганская, Свердловская, Тюменская, Челябинская; *Автономные округа*: Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий
7	Сибирский	Ново-сибирск	5145 ,0	19326,2	*Республики*: Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия; *Края*: Алтайский, Забайкальский, Красноярский; *Области*: Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская
8	Дальневос-точный	Хабаровск	6169,3	6182,7	*Республики*: Саха (Якутия); *Края*: Камчатский, Приморский, Хабаровский; *Области*: Амурская, Магаданская, Сахалинская, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ
	Российская Федерация		**17125,2**	**146804,4**	

Рис. 2.1. Федеральные округа РФ (по данным Росстата по состоянию на 01.01.2017 г.).

2.2. Расселение населения

По численности населения Российская Федерация занимает девятое место в мире. Общая численность постоянного населения по данным Росстата на 1 января 2017 г. составила 146 804,4 тыс. чел.; плотность населения – 8,6 чел. на 1 км^2.

Если до 1950 г. в России резко преобладало сельское население, то в настоящее время численность городского населения выше сельского приблизительно в 2,9 раза. Городское население в России за 100 лет увеличилось в 7 раз с 15,5 млн. чел. (1917 г.) до 109,3 млн. человек (2018 г.). Если в начале 1950-х годов городское население в России составляло менее 50%, то к 1990 г. оно возросло до 74 % от всего населения и сохраняется на этом же уровне по настоящее время, что является индикатором высокой степени урбанизации страны (рис. 2.3.).

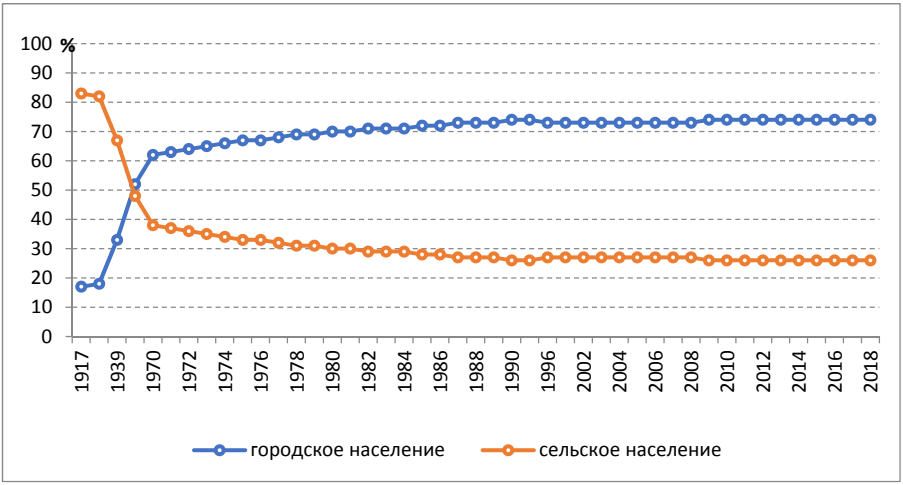


Рис. 2.3. Изменение доли городского и сельского населения России (по данным Росстата на 02.04.2018 г.)

Данные о численности населения по годам и о распределении его численности на городское и сельское в период 2007-2016 гг. приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Численность населения Российской Федерации (по данным Росстата)

Годы	Численность населения, млн. чел.		
	Всего	городское	сельское
2007	142,2	104,7	38,1
2008	142,8	104,9	37,9
2009	142,7	104,9	37,8
2010	142,9	105,3	37,6
2011	142,9	105,4	37,5
2012	143	105,7	37,3
2013	143,3	106,1	37,2
2014	143,7	106,6	37,1
2015	146,3	108,3	38,0
2016	146,5	108,6	37,9

Урбанизация – это исторический процесс, тесно связанный с пространственной концентрацией населения и производительных сил в сравнительно небольших ареалах [48, 69]. Урбанизация в России имеет ряд характерных особенностей.

В целом на территории России выделяется главная полоса расселения, которая охватывает Европейскую часть России, юг Сибири и Дальнего Востока и занимает треть территории страны (рис. 2.2). В пределах этой зоны наблюдается высокая плотность населения (40 чел. на 1 км^2), большое число крупных городов, городских агломераций, сосредоточена почти вся обрабатывающая промышленность и сельское хозяйство страны.

К северу от главной полосы расселения расположена Северная зона очагового расселения, в которой отдельные населенные пункты разбросаны островками на просторах тундры и тайги, вблизи крупных ресурсных баз, по долинам рек и вдоль транспортных путей. Плотность населения здесь очень низкая – 0,9 чел. на км^2. В настоящее время происходит отток населения из этой зоны. Часть территории юга Сибири занимает Южная зона очагового расселения (Республика Алтай, Тыва и прилегающие территории), в которой проживает менее 1% населения России. Крупные города здесь формируются вблизи месторождений полезных ископаемых, а сельские поселения – вблизи рек.

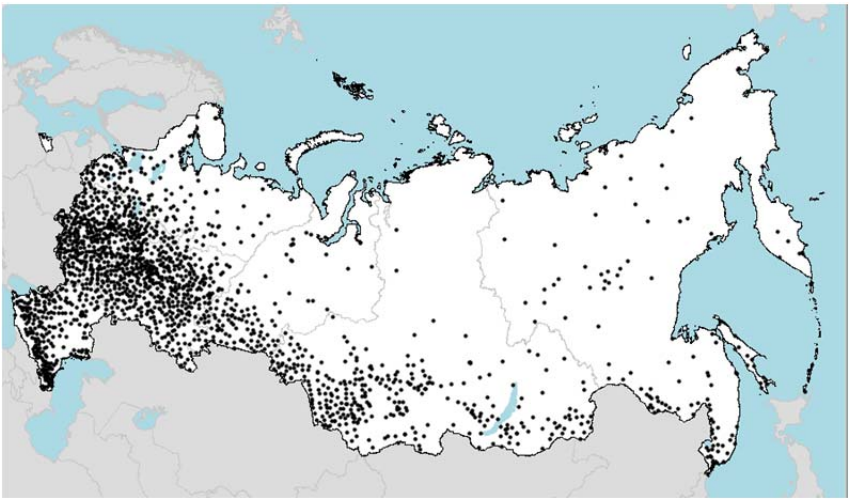


Рис. 2.2. Центры субъектов и административных районов РФ

В России населённый пункт может приобрести статус города, если в нём проживает не менее 12 тыс. жителей. Тем не менее, в России есть достаточно много (253 из 1114 по данным Росстата на 01.01.2018 г.) городов, население которых меньше 12 тыс. чел. Их статус города связан с историческими факторами, а также с изменением численности населения населённых пунктов, уже имевших статус города. Показательным исключением является наукоград Иннополис (республика Татарстан), город-спутник Казани, входящий в ее агломерацию и признанный городом с числом жителей 102 чел.

Города различают по функциям: промышленные, транспортные, научные центры, города-курорты. Различаются они и по людности: малые (до 50 тыс. жителей), средние (50-100 тыс.), большие (100-250 тыс.), крупные (250-1000 тыс.), крупнейшие (более 1 млн.). В России крупнейшая агломерация* – Московская (16,9 млн. чел. по данным [114]), другие крупные агломерации: Санкт-Петербургская, Самарско-Тольяттинская, Екатеринбургская, Ростовская.

* Агломерация (от лат. Agglomero – присоединяю) – пространственная группировка населенных пунктов, объединенных интенсивными производственными и культурными связями

В Российской Федерации на 1 января 2017 г. насчитывалось 1 112 городов, 1 192 поселков городского типа и 18 525 (2014 г.) сельских образований. Крупнейшие из городов: Москва – столица России (12 381 тыс. чел.), Санкт-Петербург (5 282 тыс. чел.), Новосибирск (1 603 тыс. чел.), Екатеринбург (1 456 тыс. чел.), Нижний Новгород (1 262 тыс. чел.), Казань (1 232 тыс. чел.), Челябинск (1 199 тыс. чел.), Омск (1 178 тыс. чел.), Самара (1 170 тыс. чел.), Ростов-на-Дону (1 125 тыс. чел.), Уфа (1 116 тыс. чел.), Красноярск (1 083 тыс. чел.), Пермь (1 048 тыс. чел.) [84].

Центральный федеральный округ – крупнейший федеральный округ России. Численность населения Центрального федерального округа на 1 января 2017 г. составляла 39 209,6 тыс. Вторым по численности населения является Приволжский федеральный округ – 29 636,6 тыс. чел. В этих двух округах проживает почти половина жителей России. По территории выделяется Дальневосточный (6 169,3 км^2) и Сибирский (5 145 ,0 км^2) федеральные округа (две трети территории России) с наиболее низкой плотностью населения. Наиболее плотно заселены Центральный (60,3 чел./1 км^2) и Северо-Кавказский (57,4 чел./1 км^2) федеральные округа. Среди регионов – субъектов Российской Федерации по численности населения выделяются Москва (12 381 тыс. человек в новых границах[1], или 8,4% населения России, на 1 января 2017 г.), Московская область (7 423 тыс. чел., или 5,1%), Краснодарский край (5 571 тыс. чел., или 3,8%), Санкт-Петербург (5 282 тыс. чел., или 3,6%). В этих четырех регионах проживает каждый пятый россиянин (20,9%). Население любого из остальных регионов – субъектов Российской Федерации не достигает 3% от общей численности населения России. Самым малочисленным населением отличаются Ненецкий (43,9 тыс. чел.) и Чукотский (49,8 тыс. чел.) автономные округа [56].

В 2016 г. по сравнению с 2007 г. наибольший прирост населения наблюдался в Южном федеральным округе – 2709,5 тыс. чел. (в основном, за счет включения в округ

[1] Были расширены с 1 июля 2012 г. в соответствии с постановлением Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 27 декабря 2011 г. № 560-СФ.

Республики Крым), далее в Центральном федеральным округе – 1991,6 тыс. чел. и Северо-Кавказском федеральном округе с ростом – 717,8 тыс. чел. (табл. 2.3). Наибольшая убыль населения зафиксирована в Дальневосточном и в Приволжском федеральных округах (326,3 тыс. чел. и 710 тыс. чел. соответственно).

За период 2007-2016 гг. отмечалось снижение численности населения в 54 регионах (табл. 2.1). Наиболее заметно сократилось население в Алтайском крае, в Вологодской, Кемеровской и Кировской областях. Больше всего увеличилось население в республиках: Чеченской, Дагестан, Татарстан; Краснодарском и Ставропольском краях; Московской, Ленинградской и Новосибирской областях. Лидеры абсолютного прироста населения за этот период среди регионов: г. Москва – 1871,7 тыс. чел; Московская область – 710,9 тыс. чел; г. Санкт-Петербург – 699,7 тыс. чел. и Краснодарский край – 429 тыс. чел. Во всех этих регионах прирост был обеспечен в основном (более 80%) миграционными потоками. Значительна миграция населения из районов Крайнего Севера и Дальнего Востока.

Таблица 2.3. Численность населения по федеральным округам РФ в 2007 и 2017 гг. [83, 101]

Название ФО	**Население (тыс. чел.) на 01.01.2007 г.**	**Население (тыс. чел.) на 01.01.2017 г.**	**Естественный прирост, убыль населения, в % к 2007 г.**
Центральный	37218,0	39209,6	+5,4
Северо-Западный	13550,0	13899,3	+2,6
Южный	13719,0	16428,5*	+19,8
Северо-Кавказский	9058,0	9775,8	+7,9
Приволжский	30346,0	29636,5	−2,3
Уральский	12231,0	12345,8	+0,9
Сибирский	19590,0	19326,2	−1,3
Дальневосточный	6509,0	6182,7	−5,0
Российская Федерация	**142221,0**	**146804,4**	**+3,2**

* с учетом данных по Республике Крым

Численность экономически активного населения в 2016 г. по данным Росстата составила 76,6 млн. чел.

В XX веке в экономически развитых государствах основной объем валового национального продукта стал формироваться в городах, которые превратились в центры потребления промышленного сырья, воды и энергии и производят 80% валового национального продукта. Как следствие, они же стали центрами формирования химической нагрузки, внося в общий объем загрязнений 80% [49]. В современный период наблюдается ухудшение состояния городской среды, связанное с ростом населения, расширением территорий городов, развитием промышленности, увеличивающим загрязнение воды, атмосферного воздуха и почвенного покрова и ведущим к перенаселению и росту заболеваемости.

2.3. Хозяйственная деятельность населения

Российская Федерация, располагая обширной территорией, предопределяет разнообразие региональных условий и ресурсов для хозяйственной деятельности. По масштабам природно-ресурсного запаса Россия практически не имеет аналогов. Каждый регион России имеет свои особенности, которые и обусловливают развитие тех или иных отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Промышленность. Важной составной частью хозяйственного комплекса Российской Федерации является промышленность, которая имеет огромное значение для экономики. Развитие промышленности обеспечивает инновации, рост производительности труда, повышение уровня жизни населения.

В настоящее время в промышленности выделяют три группы отраслей:

- добыча полезных ископаемых или добывающая промышленность, к которой относят отрасли, связанные с добычей и обогащением рудного и нерудного сырья, а также ловлей рыбы и других продуктов моря;

- обрабатывающие производства, которые включают в себя предприятия по переработке продукции добывающей промышленности, полуфабрикатов, а также по переработке продукции сельского хозяйства, лесного и иного сырья (рис. 2.4);

- производство и распределение электроэнергии, газа и воды состоит из предприятий, деятельность которых связана со снабжением электроэнергией, газом, паром и водой с использованием постоянной инфраструктуры (сетей) трубопроводов и линий электропередач.

Рис. 2.4. Основные производства обрабатывающей промышленности в 2016 г.,% (по данным Росстата)

В 2016 г. в структуре промышленного производства добывающая промышленность составляла около 22%, обрабаты-

вающая – 68%, обеспечение электрической энергией, газом и паром – 10% (табл. 2.4).

Таблица 2.4. Стоимость отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности Российской Федерации (млн. руб.)

	2007	2010	2013	2014	2015	2016
Добыча полезных ископаемых	4 488 915	6 217 952	9 213 745	9 690 978	11 259 542	11 730 498
Обрабатывающие производства	13 977 777	18 880 737	26 839 760	29 661 252	35 090 428	36 132 486
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2 145 668	3 665 280	4 491 574	4 712 009	4 917 677	5 332 278

По данным Росстата

За период 2007-2016 гг. произошел рост более чем в 2,5 раза во всех отраслях производства. В 2016 г. основные отрасли промышленности выросли: добывающая – на 2,7% в годовом выражении, обрабатывающая – на 0,5%, обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха – на 1,7%.

Начиная с середины 1990-х годов, особенно в периоды экономических кризисов в России происходило сокращение количества промышленных предприятий и объемов их производства, особенно в машиностроении и легкой индустрии. Эти изменения связаны с высоким износом оборудования и низкой степенью внедрения инноваций в производство, что повышает себестоимость продукции и снижает конкурентную способность [81, 82].

Показателем динамики объёма промышленного производства, его подъёма или спада, в России является индекс промышленного производства. Российская статистика руководствуется рекомендациями международных статистических организаций в области индексных расчетов. Рассмотрим индексы промышленного производства по видам экономической деятельности в РФ в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Индексы промышленного производства (% к предыдущему году) [84]

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Промышленное производство	108,7	107,3	105,0	103,4	100,4	101,7	96,6	101,1
из него: добыча полезных ископаемых	106,4	103,8	101,8	101,0	101,1	101,4	100,3	102,5
в том числе: добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	104,9	103,6	101,2	100,7	100,9	101,4	100,0	102,6
добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	118,2	104,9	106,6	103,4	102,3	101,6	102,2	100,8
обрабатывающие производства	110,9	110,6	108,0	105,1	100,5	102,1	94,6	100,1
в том числе: производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	105,3	103,2	103,9	104,1	100,6	102,5	102,0	102,4
обработка древесины и производство изделий из дерева	114,1	113,4	110,2	96,2	108,0	94,7	96,6	102,8
целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	118,0	103,1	106,5	105,8	94,8	100,4	93,7	100,8
производство кокса и нефтепродуктов	102,4	106,0	103,8	103,1	102,3	105,7	100,3	97,6
химическое производство	115,2	110,6	109,5	104,1	105,4	100,1	106,3	105,3
производство резиновых и пластмассовых изделий	126,1	124,4	111,4	112,8	105,9	107,5	96,3	105,4

Продолжение таблицы 2.5

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	110,6	114,5	107,4	110,7	98,0	101,8	92,2	93,4
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	115,3	112,4	107,0	104,8	100,0	100,6	93,5	97,7
производство машин и оборудования	105,7	115,2	111,1	102,7	96,6	92,2	88,9	103,8
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	104,0	102,2	100,2	101,3	97,5	99,9	98,4	101,5

В обрабатывающей промышленности резкий спад производства происходил вследствие низкого спроса на продукцию и роста закупочных цен из-за девальвации рубля. Хотя были отрасли производства, которые показали рост, несмотря на ухудшение общей экономической ситуации. Так, в 2016 г. произошел рост по производству машин и оборудования (103,8%), производству резиновых и пластмассовых изделий (105,4%) и др. При этом следует отметить, что в начале 2000 гг. количество отраслей, где наблюдался рост производства, было значительно больше (табл. 2.5).

Обратная ситуация наблюдалась в отрасли легкой промышленности, т.к. там высока доля импортного сырья. Также спад затронул машиностроительные отрасли, что связано с сокращением спроса и покупательской способности россиян.

Наихудшая ситуация наблюдалась в отрасли «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды». По сравнению с другими отраслями здесь прослеживаются самые низкие темпы роста индекса промышленного производства.

В отрасли «Добыча полезных ископаемых» темпы роста сокращались, что объясняется снижением спроса на природный газ (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Добыча полезных ископаемых за период 2007 г. и 2010-2016 гг. [83, 84]

Топливно-энергетические полезные ископаемые	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Уголь, млн. т.	314	322	336	357	353	357	372	386
Торф неагломерированный, млн. т.	1,7	1,3	1,5	1,2	1,5	1,1	1,0	1,2
Нефть добытая, включая газовый конденсат, млн. т.	491	506	512	519	522	526	535	548
Газ природный и попутный, млрд. $м^3$	653	651	671	655	668	642	634	641

Россия отличается высоким многообразием региональных экономик и основным изменением за последние десять лет стал сдвиг отдельных регионов (Красноярский и Камчатский края, Архангельская область) от сырьевой ориентации к большей роли обрабатывающей промышленности. Обрабатывающая промышленность растет в основном на Урале, Поволжье и Сибири [26, 79].

Природоемкость российской экономики (затраты используемых природных ресурсов, отнесенные на единицу ВВП) в настоящее время в 1,5–2 раза выше, чем в развитых странах. Чрезмерную нагрузку на экосистемы оказывает сохранение так называемых грязных технологий, особенно в энергетике, металлургии, горнодобывающей и химической промышленности. Степень износа технологического оборудования, в том числе очистного, составляет в базовых отраслях экономики 65–75% и более [98].

Развитие промышленности, с одной стороны, – результат научно-технического прогресса и производственной деятельности людей. А с другой, промышленность – основной потребитель природных ресурсов и мощный источник загрязнения. Взаимодействие промышленности и окружающей среды должно рассматриваться в единстве и выступать как бы составным элементом экологической системы «человек – природа». Сегодня чрезвычайно актуальным становится обеспечение максимально возможной защиты окружающей среды от промышленных объектов, которые, потребляя огромное количество природных ресурсов, являются мощными источниками загрязнения.

Сельское хозяйство. Сельское хозяйство России – совокупность взаимосвязанных отраслей, специализирующихся в основном на производстве сырья для пищевой и перерабатывающей промышленности. Сельское хозяйство имеет стратегическое значение для страны, так как его развитие обеспечивает продовольственную и национальную безопасность.

Сельское хозяйство России состоит из двух отраслей:

- отрасли растениеводства: отрасли по выращиванию зерна (пшеница, ячмень, кукуруза, рожь, рис и др.), зернобобовых культур (горох, чечевица, нут, фасоль), масличных культур (подсолнечник, соя, рапс и др.), картофеля и овощей (репчатый лук, морковь, капуста, свекла, перец, помидоры, огурцы, кабачки и др.), фруктов, кормовых трав, технических культур (таких как хлопок, конопля) и лекарственных растений.

- отрасли животноводства: отрасли свиноводства, яичного и мясного птицеводства, молочного и мясного скотоводства (разведение крупного рогатого скота молочных и мясных пород), козоводства и овцеводства, кролиководства, коневодства, оленеводства, пчеловодства.

Доли отраслей растениеводства и животноводства в общей стоимости произведенной в сельском хозяйстве России продукции, находятся на приблизительно одинаковых уровнях. Так, по итогам 2016 г., доля растениеводства находилась на уровне 56,4% (3 170,5 млрд. руб.), доля животноводства составила 43,6% (2 455 млрд. руб.) (табл. 2.7). Следует отметить, что в 2016 г. по сравнению с 2007 г. производство продукции сельского хозяйства в стране возросло почти в 3 раза.

Наибольшая часть земель Российской Федерации, используемых для сельскохозяйственного производства, находится в зонах с недостаточными или избыточными режимами естественного увлажнения [21, 102]. Только 2% земель Российской Федерации находится в оптимальных условиях увлажнения. Основная доля сельскохозяйственной продукции производится в засушливой зоне, где сосредоточено более 78% пашни. Для стабилизации сельскохозяйственного производства в зонах дефицитного и избыточного естественного увлажнения сельхозугодий необходи-

мо орошение и осушение сельскохозяйственных земель. Даже в сложившихся условиях на гидромелиоративных системах страны урожайность мелиорированного гектара в 2,3-2,5 раза превышает таковую на немелиорированных землях. По данным Росреестра общая площадь мелиорированных земель на конец 2016 г. составила 11 255 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных угодий 9 344,3 тыс. га (4,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий). Больше всего мелиорированных земель находится в Северо-Западном (30%), Центральном (18,5%) и Приволжском федеральных округах (12%). Наибольшие площади орошаемых земель расположены в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Наибольшие площади осушаемых земель находятся в Северо-Западном федеральном округе [24].

Таблица 2.7. Продукция сельского хозяйства (млрд. руб.)

	2007	**2010**	**2011**	**2014**	**2015**	**2016**
Продукция сельского хозяйства	1931,6	2618,5	3261,7	4319,1	5165,7	5626,0
в том числе: растениеводства	1002,5	1179,8	1703,5	2222,5	2791,4	3170,5
животноводства	929,1	1438,7	1558,2	2096,6	2374,3	2455,5
В процентах к итогу:						
Продукция сельского хозяйства	100	100	100	100	100	100
в том числе:						
растениеводства	51,9	45,1	52,2	51,5	54,0	56,4
животноводства	48,1	54,9	47,8	48,5	46,0	43,6

По данным Росстата

Общая площадь сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения по данным, представленным Росреестром на 01.01.2017 года, составила 197,7 млн. га (190,5 млн. га в 2007 г.), в том числе общая площадь пашни – 116,2 млн. га (58,8%), пастбищ – 57,2 млн. га (28,9%), сенокосов – 18,7 млн. га (9,5%), залежи – 4,4 млн. га (2,2%), многолетних насаждений – 1,2 млн. га (0,6%) [29].

Структура сельского хозяйства в 2016 г.: посевные площади, находящиеся в ведении сельскохозяйственных организаций,

занимали 76,9% всей площади, крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств индивидуальных предпринимателей – 18,9%, в личном пользовании граждан (хозяйства населения) – 4,2%.

В 2016 г. по сравнению с 2007 г. вся посевная площадь сельскохозяйственных культур увеличилась с 74 759 тыс. га до 79 993 тыс. га. Увеличение посевных площадей произошло за счет расширения посевов в крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей. В таблице 2.8 представлено общее распределение сельско-хозяйственных посевных площадей (включая крестьянские (фермерские) хозяйства и в личном пользовании граждан (хозяйства населения) в 2007 и 2016 гг.

Таблица 2.8. Общее распределение сельскохозяйственных посевных площадей в 2007 и 2016 гг. [83, 84]

С/Х Культуры	**Посевная площадь, тыс. га**	**Доля посевной площади,%**	**Посевная площадь, тыс. га**	**Доля посевной площади,%**
	2007 г.		**2016 г.**	
зерновые	44 265	59,2	47 110	58,9
технические	8 117	10,9	13 600	17,0
картофель и овощебахчевые	2 845	3,8	2 906	3,6
кормовые	19 532	26,1	16 377	20,5
Всего	**74759**	**100**	**79993**	**100**

В 2016 г. по сравнению с 2007 г. существенно (на 5 483 тыс. га) увеличились посевные площади под технические культуры, которые являются сырьевым материалом для различных отраслей промышленности.

В целом сельское хозяйство России вышло из кризиса, прошло путь от полного упадка в середине 1990-х гг. до выхода к 2016 г. по целому ряду показателей на первые позиции в мире. В настоящее время сельское хозяйство – одна из наиболее инвестиционно-привлекательных отраслей реального сектора экономики России.

Наибольшая урожайность сельскохозяйственных культур в 2007-2016 гг., по данным Росстата, составила для зерновых культур в целом 26,2 ц/га (2016 г.); масличных – 14,3 ц/га (2013 г.); овощей – 227 ц/га (2016 г.); картофеля – 159 ц/га (2015 г.); для сена однолетних трав – 20,2 ц/га (2016 г.) (табл. 2.9).

Таблица 2.9. Урожайность сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий; центнеров с одного гектара убранной площади) [83, 84]

С/Х Культуры	2007	2012	2013	2014	2015	2016
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	19,8	18,3	22,0	24,1	23,7	26,2
озимые зерновые культуры	28,1	22,3	28,7	32,8	30,9	36,2
яровые зерновые и зернобобовые культуры	15,6	16,3	18,5	19,7	19,9	20,9
Лен-долгунец (волокно)	7,2	9,2	8,5	9,0	9,1	9,4
Сахарная свекла	292	409	442	370	388	470
Масличные культуры (в весе после доработки)	11,0	12,2	14,3	12,4	12,9	13,9
подсолнечник	11,3	13,0	15,5	13,1	14,2	15,1
соя	9,2	13,1	13,6	12,3	13,0	14,8
горчица	4,3	5,4	5,0	6,0	4,9	5,5
рапс озимый	15,6	16,8	17,3	16,8	19,3	18,2
рапс яровой	10,4	9,9	11,3	11,2	9,8	10,2
Картофель	132	134	145	150	159	153
Овощи	179	211	214	218	225	227
Кукуруза на корм	162	166	193	159	208	195
Кормовые корнеплоды (включая сахарную свеклу на корм скоту)	258	249	273	253	267	255
Сено многолетних трав	16,7	14,8	16,4	16,3	16,7	18,0
Сено однолетних трав	16,1	16,0	16,7	16,8	16,8	20,2

Собран рекордный урожай сахарной свеклы – 48,3 млн. тонн (рекорд прошлых лет в 2011 г. – 47,6 млн. тонн) и валовой сбор

овощей – 16,3 млн. тонн (в 2015 г. – 16,1 млн. тонн), что на 0,9% выше 2015 г.

Полученный урожай позволяет обеспечить большую часть внутренних потребностей страны в продовольствии, увеличить экспортный потенциал, а также внести существенный вклад в обеспечение продовольственной независимости страны и импортозамещения.

Регионы – лидеры по производству сельскохозяйственной продукции в России по итогам 2016 г.: Краснодарский край, Ростовская область, Республика Татарстан, Белгородская область, Воронежская область, Ставропольский край, Республика Башкортостан, Саратовская область, Алтайский край, Курская область [6].

Виды сельскохозяйственной деятельности и их интенсивность, удобрения и нормы их внесения влияют на изменение запаса углерода в почвах, эмиссию и поглощение двуокиси углерода, метана и закиси азота. Сведения об использовании удобрений приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10. Внесение удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях и проведение работ по химической мелиорации земель [84]

	2007	**2010**	**2014**	**2015**	**2016**
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ): всего, млн. т	1,7	1,9	1,9	2,0	2,3
Удельный вес удобренной минеральными удобрениями площади во всей посевной площади, %	39	42	47	48	53
Внесено органических удобрений: всего, млн. т	65,2	53,1	61,6	64,2	65,2
Удельный вес удобренной органическими удобрениями площади во всей посевной площади, %	5,1	7,5	8,2	8,4	9,2
Внесено известняковой муки и других известковых материалов: всего, млн. т	2,1	2,0	2,3	2,1	1,9

Ежегодно в сельскохозяйственных организациях известкование кислых почв проводится на площади примерно 0,3 млн. га; за период 2007-2016 гг. было внесено 1,9 – 2,3 млн. т известковых материалов. Внесение минеральных удобрений

производилось на площади, составляющей от 30 до 40% всей посевной площади. Всего удобрений вносилось 1,7 – 2,3 млн. т. Органические удобрения под посевы вносились в количестве 65,2 млн. т на площади, составляющей примерно 9% от всей посевной площади.

В структуре валовой продукции сельского хозяйства на долю животноводства приходится 43%. Объектами животноводства являются в основном крупный рогатый скот, свиньи, овцы и козы, птица. Отрасль пережила глубокий кризис. В 1990 г. ее доля составляла 63%. От поголовья крупного рогатого скота 1990 г. к 2006 г. в России осталось менее 40%. Причинами кризиса животноводства на предприятиях являются высокая себестоимость продукции, низкое качество и несбалансированность кормов, плохой породный состав скота и устаревшие технологии по его содержанию. Однако, с 2000-х, животноводство России демонстрирует тенденцию роста по ряду позиций. Животноводство России в 2016 г. характеризуется существенным увеличением производства свинины, также наблюдается рост производства мяса птицы, баранины и козлятины (табл. 2.11).

Таблица 2.11. Поголовье скота, на конец года (млн. голов) [6, 84]

	2007	**2010**	**2014**	**2015**	**2016**
Крупный рогатый скот	21,5	20,0	19,3	19,0	18,8
Свиньи	16,3	17,2	19,5	21,5	22,0
Овцы и козы	21,5	21,8	24,7	24,9	24,8
Птица	389,0	449,0	527,0	547,0	553,0

Поголовье крупного рогатого скота в 2016 г. по сравнению с 2007 г. сократилось на 12,6%, а поголовье свиней возросло на 35%, овец и коз – на 15,3%, птицы – на 42,2%.

Россия – одна из немногих стран мира, где имеются существенные резервы земельных угодий для расширения объемов производства сельскохозяйственной продукции. В условиях устойчивого роста численности населения Земли и увеличения спроса на продовольствие в мире, роль сельского хозяйства в экономике страны будет усиливаться.

3. ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

3.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Условием успешного функционирования системы управления качеством окружающей среды является наличие полной и достоверной информации о степени негативного антропогенного воздействия как на окружающую среду в целом, так и на отдельные ее компоненты. Работы по оценке масштабов такого воздействия на атмосферный воздух в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха» [58] проводятся в рамках государственного учета вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников. Эти работы осуществляются Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и Федеральной службой государственной статистики.

Под выбросами загрязняющих веществ в атмосферу понимается поступление в атмосферный воздух веществ, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье населения и окружающую среду, от источников выбросов: стационарных (организованных – трубы, аэрационные фонари, вентиляционные шахты и др. и неорганизованных – горящие (пылящие) терриконы и отвалы, резервуары и др.) и передвижных (автомобильного и железнодорожного транспорта) [84].

Информационной основой государственного учёта являются материалы инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, регулярно проводимой на предприятиях Российской Федерации. По материалам инвентаризации на предприятиях организован первичный учёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, данные которого служат исходной информацией для ежегодной статистической отчётности предприятий о выбросах загрязняющих веществ по форме № 2-ТП

(воздух). Заполненные формы предоставляются в территориальные органы Росстата.

В статистике охраны атмосферного воздуха, кроме объемов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников, которые отслеживаются на основании отчетности, расчетным путем определяются объемы выбросов от передвижных источников по методологии, разработанной АО «НИИ Атмосфера» [31, 52]. Исходными данными для оценки выбросов от отдельных видов передвижных источников являются: количество автотранспортных средств, зарегистрированных в субъекте Российской Федерации и городах, расположенных на его территории, полученные от Главного Управления ГИБДД МВД России и его территориальных органов, и количество израсходованного дизельного топлива, по данным территориальных управлений ОАО «Российские железные дороги» по состоянию на отчетный год (год, предшествующий текущему).

Статистически обработанная информация о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух публикуется Росстатом в ежегодных бюллетенях «Сведения об охране атмосферного воздуха» (с 2014 г. в виде электронных версий), а также в открытых базах данных.

По данным Росстата [84] суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Российской Федерации в 2016 г. составил 31,6 млн. т, в том числе: от стационарных источников[2] – 17,3 (54,9%), от автотранспорта – 14,1 (44,6%), от железнодорожного транспорта (тепловозов на магистралях) – 0,2 (0,5%).

В 2016 г. выбросы наиболее распространенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух составили:

– 17,3 млн. т от стационарных источников, включая индивидуальных предпринимателей, в том числе: твердых веществ – 1,7; диоксида серы – 4; оксида углерода – 4,9; оксидов азота[3] – 1,8; углеводородов (включая ЛОС – летучие органические соединения) – 4,7;

[2] С учетом индивидуальных предпринимателей (с 2012 г.)

[3] в пересчете на NO_2

– 14,1 млн. т от автотранспорта в том числе: оксида углерода – 10,9; диоксида азота – 1,5; ЛОС – 1,4; диоксида серы, метана, аммиака и сажи – 0,2 (рис. 3.1).

Наибольший вклад в суммарные выбросы от стационарных источников дают оксид углерода и диоксид серы (51,4%), от автотранспорта – оксид углерода (77,5%). Следует отметить, что вклад выбросов специфических загрязняющих веществ в суммарные выбросы от стационарных источников («прочие» на диаграмме 3.1 а) составил 1,0% в 2016 г., однако проблема снижения таких выбросов является весьма важной, так как в большинстве крупных городов России уровень загрязнения воздуха определяется выбросами именно этих веществ.

Анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за последние 25 лет показал, что в период 1991-1998 гг. наблюдалось резкое сокращение суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – на 38%, причем в 1998 г. был зафиксирован минимум объемов выбросов за весь рассматриваемый период, что связано с экономическим кризисом в России, который привел к сокращению промышленного производства (рис. 3.2). В последующие 9 лет отмечался сначала рост (1999-2004 гг.), а затем стабилизация (2005-2007 гг.) выбросов как от стационарных, так и от передвижных источников, что было обусловлено ростом объёма производства и увеличением количества индивидуального автотранспорта. Мировой финансовый кризис 2008 г. привел к снижению суммарных выбросов на 4,5% относительно 2007 г. С 2012 г. наблюдалось увеличение объемов выбросов от транспортных средств и одновременное уменьшение выбросов от стационарных источников, результатом чего стали незначительные колебания совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на протяжении последних 5 лет.

Следует отметить, что за 2010-2016 гг. выбросы от транспортных средств выросли на 8,2% за счет автомобильного бума: по данным Росстата число легковых автомобилей в России увеличилось на 31,5%, превысив в 2016 г. 45,2 млн. шт., а грузовых (включая пикапы) – на 16,4%, достигнув 6,3 млн. шт. В результате

доля транспорта в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу выросла до 45,1%, при этом доля выбросов от железнодорожного транспорта (тепловозов) в суммарных выбросах от передвижных источников в среднем составила около 1%.

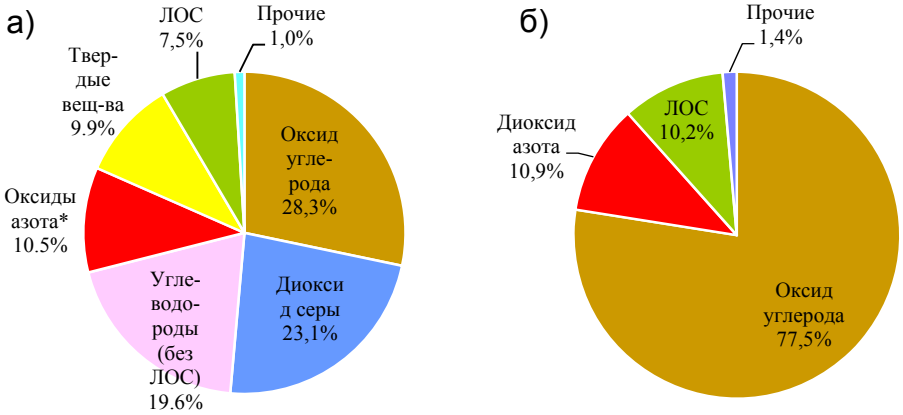


Рис. 3.1. Вклад основных загрязняющих веществ в суммарные выбросы от стационарных источников (а) и автотранспорта (б) в 2016 г. по данным Росстата

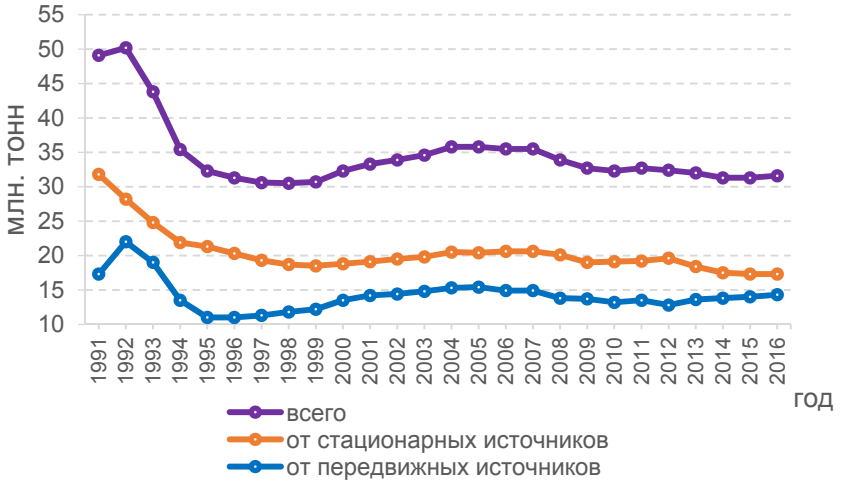


Рис. 3.2. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за период 1991-2016 гг., млн. т по данным Росстата

Среди причин столь заметного снижения объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников можно выделить несколько основных. Во-первых, многие предприятия выводят из эксплуатации старые и «грязные» мощности, построенные в советское время, в рамках процессов модернизации с целью повышения эффективности производства. Зачастую снижение выбросов загрязняющих веществ является дополнительным положительным эффектом обновления производственных мощностей. Во-вторых, прибыль предыдущих периодов позволила компаниям инвестировать в более чистые технологии и модернизацию производства. По данным Росстата, за 2000-2016 гг. инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, увеличились более чем в 5 раз; за 2007-2014 гг. более чем удвоились, а в 2015-2016 гг. несколько уменьшились в связи с рецессией в экономике страны [108].

Наибольший объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников за 2007-2016 гг. отмечался в Сибирском федеральном округе, на долю которого в 2016 г. пришлось около 24% общего объема выбросов по России. Наименьший объем выбросов в 2016 г. был зафиксирован в Северо-Кавказском федеральном округе и составил 3% общего объема выбросов по стране. Следует отметить, что за период 2007-2016 гг. во всех федеральных округах, кроме Уральского, наблюдалось незначительное снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 2-12%; в Уральском федеральном округе данный показатель уменьшился на 37%, или 3 млн. т.

Регионами с наибольшим суммарным объемом выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников в 2016 г. являлись Красноярский край (8,3% от общероссийского, в основном за счет алюминиевого завода «Русал» и трех угольных ТЭЦ Сибирской генерирующей компании), Московская область и г. Москва (6,5% за счет автотранспорта, на долю которого приходится 85% всех выбросов), Ханты-Мансийский АО (5,2% за счет предприятий компаний «Сургутнефтегаз», «Кан-

Байкал Резорсез Инк», «Мол-Западная Сибирь», «РН-Юганск-нефтегаз»), Кемеровская область (5,0% от общероссийского; доля выбросов от стационарных источников – 86%), Свердловская область (4,2% от общероссийского; доля выбросов от стационарных источников – 68%).

Максимальные суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта (свыше 250 тыс. т) отмечались в 8 городах: Норильске – 1807,6 тыс. т, Москве – 1038,4 тыс. т, Санкт-Петербурге – 526,1 тыс. т, Липецке – 328,6 тыс. т, Череповеце – 323,6 тыс. т, Новокузнецке – 300 тыс. т, Асбесте – 259,3 тыс. т, Омске – 252 тыс. т. Доля выбросов загрязняющих веществ от предприятий и автотранспорта в атмосферный воздух этих 8 городов по отношению к общим выбросам по стране составила 15,3%.

Анализ данных на рисунке 3.3 показал, что за период 2000-2016 гг. часть приоритетных веществ по массе выбросов имела тенденцию к снижению (диоксид серы и оксид углерода), а часть – практически осталась неизменной (оксиды азота и ЛОС), за исключением аммиака, объемы выбросов которого возросли более чем в 2 раза.

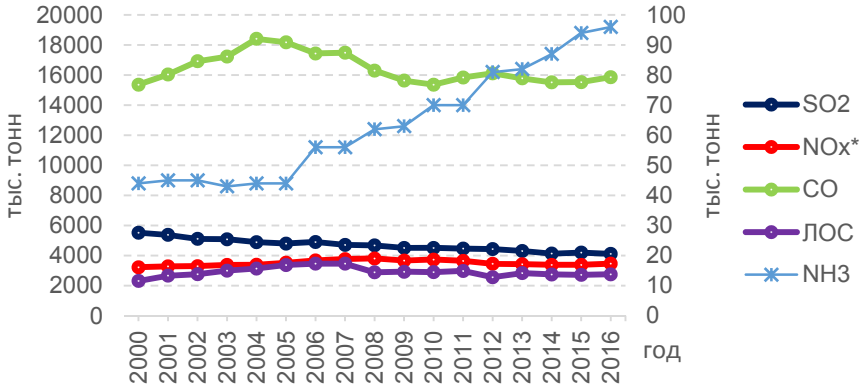


Рис. 3.3. Динамика выбросов наиболее распространенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных[4] источников по данным Росстата

[4] с 2010 г. с учетом железнодорожного транспорта

3.1.1. Стационарные источники

Наибольшие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2016 г. приходились на такие виды экономической деятельности как «обрабатывающие производства» – 5,8 млн. т, или 33,3% общего объема выбросов по стране от стационарных источников, «добыча полезных ископаемых» – 4,9 млн. т, или 28,3%, «производство и распределение электроэнергии, газа и воды» – 3,6 млн. т, или 21,0%.

За 10-летний период (2007-2016 гг.) суммарные выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, снизились на 16%. Практически все приоритетные вещества за исключением углеводородов (без учета летучих органических соединений, ЛОС) по массе выбросов имели тенденцию к снижению (табл. 3.1). Следует отметить, что при общем снижении поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников отраслевая структура этих выбросов с 2014 г. оставалась стабильной.

Таблица 3.1. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (млн. т) по данным Росстата

	2000	**2005**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Всего, в том числе:	18,8	20,4	20,6	20,1	19,0	19,1	19,2	19,6	18,4	17,5	17,3	17,3
твердые вещества	3,0	2,8	2,7	2,7	2,3	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
газообразные и жидкие вещества, из них:	15,8	17,6	17,9	17,4	16,7	16,7	16,9	17,4	16,4	15,5	15,5	15,6
диоксид серы	5,4	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,0	4,1	4,0
оксиды азота*	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
оксид углерода	5,0	6,5	6,4	6,1	5,5	5,6	5,8	6,0	5,4	4,9	4,8	4,9
углеводороды (без ЛОС)	2,7	2,9	3,0	3,2	3,3	3,1	3,1	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4
ЛОС	0,9	1,7	1,9	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3

* в пересчете на NO_2

Распределение величины выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по федеральным округам России представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (млн. т) в 2016 г. по данным Росстата

Федеральные округа	Всего	Твердые	SO_2	CO	NO_x	Углеводороды без ЛОС	ЛОС	Прочие
Центральный	1559,5	150	130,6	524	274,3	364,8	81,7	34,1
Северо-Западный	2023,6	188,3	451,9	615,6	183,7	440,7	128,6	14,8
Южный	748,4	63,1	113,5	230,1	92	145,4	79,3	25
Северо-Кавказский	149,6	24,4	2,2	26,9	24,3	56,8	10,6	4,4
Приволжский	2558	148	378	704,8	265,8	563,3	**469,8**	28,2
Уральский	3837,2	321,8	387,1	**1436,1**	**439,1**	**904,5**	336,5	12,1
Сибирский	**5604,8**	**592,3**	**2418,1**	1073,7	431,5	893,4	158	**37,8**
Дальневосточный	868,2	236	130	295,9	119,4	37,1	40,2	9,6

Анализ данных административно-территориального распределения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников показал, что в 2016 г. в 9 регионах России выбросы загрязняющих веществ превышали 0,5 млн. т: в Красноярском крае – свыше 2 млн. т.; в Кемеровской области и Ханты-Мансийском авт. округ – свыше 1 млн. т.; в Республике Коми, Иркутской, Оренбургской, Свердловской и Челябинской областях, Ямало-Ненецком авт. округ – более 0,5 млн. т. Таким образом, в сумме предприятиями этих регионов выбрасывалось более 52,5% загрязняющих веществ (в том числе 29,6% от предприятий Красноярского края, Кемеровской области и Ханты-Мансийского авт. округа (рис. 3.4).

Наименьшие объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в 2016 г. были зафиксированы в республиках Ингушетия, Калмыкия, Кабардино-Балкария и Северная Осетия-Алания. Среди выбросов основных загрязняющих веществ, кроме диоксида серы и оксида углерода, третье

место занимают выбросы углеводородов (без ЛОС). В таблице 3.3 приведены регионы России с наибольшим количеством выбросов приоритетным химическим загрязнителем атмосферного воздуха.

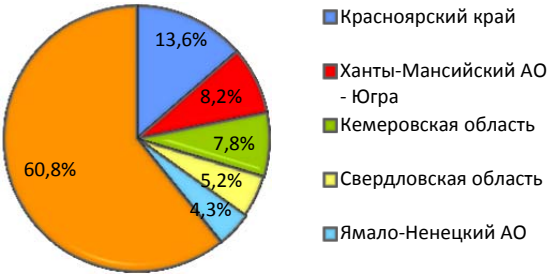


Рис. 3.4. Вклад суммарных выбросов 5 регионов в выбросы от стационарных источников на территории РФ по данным Росстата

В 2016 г. наибольшее количество выбросов (свыше 100 тыс. т) загрязняющих веществ от стационарных источников было отмечено в 17 городах России: Норильск (1 798,5), Череповец (304,6), Липецк (286,2), Новокузнецк (267,5), Асбест (255,5), Магнитогорск (211,8), Воркута (197,2), Усинск (167,6), Омск (164,9), Уфа (153,0), Челябинск (148,2), Нижний Тагил (140,0), Оренбург (134,9), Красноярск (133,0), Междуреченск (120,4), Братск (114,7), Астрахань (109,2). В приоритетный список городов с наибольшими выбросами загрязняющих веществ от стационарных источников вошли города, в которых расположены крупные промышленные предприятия металлургического производства и производства готовых металлических изделий, предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых, производства кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов, химического производства. Среди городов с наибольшим количеством выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников лидирующее место на протяжении нескольких десятилетий занимает г. Норильск: в 2016 г. объем выбросов диоксида серы составил 98% общего количества выбросов предприятий города и 43% общероссийского количества выбросов диоксида серы.

Таблица 3.3. Регионы РФ, в которых значения выбросов основных загрязняющих веществ от стационарных источников превышали 100 тыс. тонн в 2016 г. по данным Росстата

Регион	Выбросы от стационарных источников, тыс. тонн
Твердые вещества	
Кемеровская обл.	142,1
Свердловская обл.	132,5
Красноярский край	115,4
Диоксид серы	
Красноярский край	1860,1
Свердловская обл.	237,2
Иркутская обл.	204,4
Мурманская обл.	161,6
Оренбургская обл.	158,9
Челябинская обл.	130,5
Кемеровская обл.	124,9
Оксид углерода	
Ханты-Мансийский авт. округ	520,5
Ямало-Ненецкий авт. округ	336,6
Челябинская обл.	274,8
Свердловская обл.	263,3
Вологодская обл.	261,8
Кемеровская обл.	241,5
Красноярский край	229,8
Липецкая обл.	226,3
Оренбургская обл.	214,5
Иркутская обл.	205,3
Республика Коми	141,4
Томская обл.	137,9
Респ. Саха (Якутия)	126,1
Оксиды азота	
Свердловская обл.	136,0
Ханты-Мансийский авт. округ	123,9
Иркутская обл.	103,0
Углеводороды (без ЛОСНМ)	
Кемеровская обл.	754,4
Ханты-Мансийский авт. округ	505,5
Респ. Коми	250,2
Ямало-Ненецкий авт. округ	224,7
Пермский край	124,8
Свердловская обл.	121,3
Респ. Башкортостан	110,4
Московская обл.	102,6
Летучие органические соединения	
Ханты-Мансийский авт. округ	210,1
Респ. Башкортостан	133,4

3.1.2. Автотранспорт

На сегодняшний день значительный вклад в загрязнение воздуха городов вносит автотранспорт. Он является мощным источником химического загрязнения атмосферы. Для крупных городов доля автотранспорта в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух превышает 70%.

Наибольшая доля химического загрязнения окружающей среды автотранспортом приходится на выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. Эти газообразные вещества представляют собой неоднородную смесь с очень сложным составом. Она включает в себя более 200 видов компонент, большинство из которых токсично. К токсичным компонентам эмиссии от автотранспорта относятся, прежде всего, оксид углерода, непредельные и полиароматические углеводороды (в том числе бенз(а)-пирен), оксиды азота, оксиды серы, альдегиды, сажа, некоторые тяжелые металлы. Кроме того, тяжелые металлы поступают в воздух при стирании тормозных колодок (медь, ванадий, цинк, молибден, никель и хром) и автомобильных шин (кадмий, свинец, цинк, молибден).

Основная масса выбросов автотранспорта попадает в приземный слой в пределах 50-150 см от поверхности земли, т.е., на уровне дыхания человека и особенно ребенка. Поскольку большая часть выбросов загрязняющих веществ представлена тяжелыми газами, то при отсутствии вертикального перемешивания происходит накопление загрязняющих веществ в приземном слое, усиливающееся при неблагоприятных метеоусловиях (приземных инверсиях). В результате приземные концентрации токсичных веществ вблизи автодорог могут в десятки раз превышать предельно допустимые концентрации [3].

Как уже отмечалось выше, наиболее распространенными загрязняющими атмосферу веществами являются по степени убывания: оксид углерода, летучие органические соединения, оксиды азота, диоксид серы и сажа (табл. 3.4).

В 2016 г. наибольшие выбросы от автотранспорта (свыше 300 тыс. т) были отмечены в г. Москве (975,4), Московской области (773,6), Краснодарском крае (562,2), Ростовской области (457,8), Республике Башкортостан (457,7), г. Санкт-Петербурге

(447,8), Свердловской области (428,4), Республике Татарстан (322,7), Самарской (312,8), Челябинской (306), Нижегородской (301,6) областях, Пермском крае (300,3).

Таблица 3.4. Объем выбросов наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ от автомобильного транспорта[1] (тыс. т)

Год	Оксид углерода	Летучие органические соединения	Диоксид азота	Метан	Аммиак	Сажа	Диоксид серы
2012	10091	914	1419	124	33	24	75
2013	10407	1368	1459	55	35	25	76
2014	10555	1390	1483	56	36	25	77
2015	10707	1411	1504	57	37	26	78
2016	10929	1440	1535	58	38	26	80

[1] с 2007 г. – по данным Ростехнадзора.

Сумма выбросов от автотранспорта в упомянутых 12 субъектах составила в 2016 г. 40% выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в целом по Российской Федерации.

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в пределах от 200 до 300 тыс. т имели место в тринадцати регионах, а от 100 до 200 тыс. т – в двадцати пяти регионах Российской Федерации.

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в 2016 г. превышали 100 тыс. т в шести городах Российской Федерации (табл. 3.5), что в совокупности составило 14% от выбросов автотранспорта по всей стране.

Таблица 3.5. Список городов с выбросами от автотранспорта более 100 тыс. т в 2016 г. по данным Росстата [62]

№	Город	Всего	в том числе:		
			CO	NO_x	ЛОСНМ
1	Москва	975,4	787,8	79,1	96,4
2	Санкт-Петербург	447,8	361,1	37,6	43,5
3	Екатеринбург*	194,5	156,7	16,5	18,8
4	Новосибирск*	122,6	99,1	10	12
5	Пермь	109,5	88,3	9,3	10,5
6	Самара**	105,3	85,1	8,9	9,97

* - данные за 2015 г.

** - данные за 2014 г.

В 2016 г. к городам, в которых вклад автотранспорта в валовые выбросы превышает 85%, относились: Воронеж, Москва, Ростов-на-Дону, Екатеринбург и Санкт-Петербург. В городах, где выбросы от автотранспорта превалируют над выбросами от стационарных источников, должны быть предусмотрены первоочередные мероприятия по их снижению.

3.2. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами населенных пунктов

Нарастающие темпы урбанизации и рост населения приводят к увеличению негативного антропогенного воздействия на водные объекты. Высокая плотность населения и развитая промышленность способствуют тому, что урбанизированные территории становятся преобладающими источниками загрязнения водных объектов.

В настоящее время в реках имеются загрязнения как природного, так и техногенного характера. Природный химический состав и свойства воды поверхностных водных объектов формируются в зависимости от гидрологических, почвенных, климатических и других особенностей территории. Характер естественного изменения состава воды связан с сезонными колебаниями гидрометеорологических условий и интенсивностью биологических процессов водных объектов [90].

Поступление антропогенных взвесей в водные объекты на территории городов представляет собой один из основных путей распространения загрязнений на урбанизированных территориях, вынос взвесей с которых может многократно превышать их объем, поступающий в водоток с территории природных ландшафтов той же площади.

Сточные воды, сбрасываемые в реки, содержат нефтепродукты и другие трудноокисляемые органические вещества. Большую опасность представляют соединения тяжелых металлов, которые обладают высокой токсичностью даже в незначительных концентрациях.

Поверхностный сток с территорий строек, жилых массивов и дорог, образующийся в результате выпадения дождей, таяния снега и производства поливомоечных работ, характеризуется неоднородностью состава, чрезвычайно сильной загрязненностью нефтепродуктами и практически не подвергается очистке. Химические примеси поверхностного стока в виде взвешенных и растворенных веществ неорганического и органического характера имеют различной крупности частицы и физико-механические свойства. Часть загрязнений попадает из воздуха, так как загрязненная атмосфера содержит твердые частицы пыли, сажи, аэрозоли, газы (оксиды и диоксиды серы, азота, углерода), являющиеся инициаторами кислотных дождей. Они попадают в атмосферу с выбросами двигателей внутреннего сгорания автомобилей и дымовых труб промышленных и энергетических предприятий [45].

Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы) согласно Положению об Агентстве, утвержденному постановлением Правительства РФ от 16.06.2004 г № 282 (с последующими изменениями) в установленной сфере деятельности осуществляет различные полномочия, в том числе контроль за использованием водных ресурсов для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения субъектов Российской Федерации. В 2007 г. Правительством Российской Федерации было принято новое Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов (от 10.04.2007 г. № 219). В соответствии с Положением организация и осуществление мониторинга закреплены за Росводресурсами, Роснедрами, Росгидрометом и Росприроднадзором с участием уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Статистическая информация об использовании свежей воды, поступлении загрязняющих веществ со сточными водами в водные объекты публикуется Росстатом в сборниках «Охрана окружающей среды в России», с периодичностью один раз в два года (с 2014 г. в виде электронных версий), а также в открытых базах данных.

По данным Росводресурсов забор воды из природных водных объектов за период 2007-2016 гг. постоянно снижался и имел

неравномерный характер. В целом за период с 2007 г. по 2016 г. – снижение данного показателя составило порядка 10,5 млрд. м^3, или 13% [22]. В 2016 г. по сравнению с предыдущим годом, рассматриваемая величина увеличилась на 0,9 млрд. м^3 (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Основные показатели, характеризующие охрану и использование водных ресурсов[1] (км^3)

	2007	**2010**	**2014**	**2015**	**2016**
Забор воды из природных водных источников – всего	80,0	79,0	70,8	68,6	69,5
в том числе из подземных горизонтов	10,2	8,0	8,65	8,9	9,5
Потери воды при транспортировке	7,9	7,7	7,7	6,8	6,8
Водопотребление (использование воды) – всего	62,5	59,5	56,0	54,6	54,7
в том числе на производственные нужды	38,0	34,6	32,4	31,4	31,2
Объем оборотного и последовательного использования воды	144,4	140,7	136,6	138,8	137,9
в процентах от общего использования воды на производственные нужды	78	79,4	81	81,5	81,6
Объем сброса нормативно чистых вод	32,2	30,8	27,3	26,5	26,2
Объем сброса нормативно-очищенных вод	2,0	1,88	1,84	1,9	1,98
Объем сброса загрязненных сточных вод (без очистки и недостаточно очищенных)	17,2	16,5	14,8	14,4	14,7
в том числе без очистки	3,4	3,4	3,23	3,11	3,42

[1] По данным Росводресурсов

Снижение значений основных показателей использования водных ресурсов наблюдалось как по водопотреблению, так и по водоотведению. В 2016 г. по отношению к 2007 г. объем загрязненных сточных вод, сброшенных в водные объекты страны, сократился на 14,5%.

В процентном отношении практически половина всех сточных вод сбрасываются без очистки. Показатели сброса загрязненных сточных вод без очистки свидетельствуют о неблагополучном состоянии водоохраной сферы и, прежде всего, в отно-

шении технического состояния комплексов очистных сооружений, обеспеченности очистными сооружениями требуемой мощности. Острота этой проблемы существует во всех регионах. Ранжирование субъектов РФ по объему сброса загрязненных сточных вод в поверхностные природные водоемы с наиболее значимыми показателями приведена в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Ранжирование субъектов РФ по объему сброса загрязненных сточных вод в поверхностные природные водоемы [20]

Субъект Федерации	Занимаемое место				Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные природные водные объекты			
	2010	2014	2015	2016	2010	2014	2015	2016
г. Санкт-Петербург	1	2	2	1	1 346,41	1 054,14	1 020,97	1 093,18
Московская обл.	2	1	1	2	1 309,31	1 121,91	1 077,78	1 066,87
Тюменская обл.	22	7	7	3	201,62	656,20	572,72	1 009,24
Краснодарский край	4	4	3	4	862,64	832,89	857,77	900,88
г. Москва	3	3	4	5	908,78	862,86	817,79	824,76
Челябинская обл.	5	5	5	6	845,17	678,92	725,40	692,54
Свердловская обл.	6	6	6	7	763,46	667,00	660,18	616,61
Иркутская обл.	8	8	8	8	593,56	499,98	507,01	514,27
Кемеровская обл.	7	9	9	9	700,26	478,26	462,13	443,99
Нижегородская обл.	10	12	10	10	472,25	396,93	389,60	377,14
Самарская обл.	13	14	13	11	396,72	346,47	366,27	367,56
Пермский край	17	11	11	12	312,53	397,81	382,97	357,78

При снижении объемов водопотребления и сброса сточных вод наблюдается снижение массы основных загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в водные объекты Российской Федерации, за исключением нитратов, масса которых за последние 10 лет увеличилась на 8% (табл. 3.8). Следует отметить, что, несмотря на снижение контролируемой массы

поступающих загрязняющих веществ в водные объекты, улучшения качества поверхностных вод в целом не наблюдается. Это можно объяснить значительными запасами загрязняющих веществ в почвах и грунтах, оставшихся от предыдущих периодов, а также постепенным продвижением этих ингредиентов от водоразделов к соответствующим рекам и медленным выносом с подземным стоком; продолжающимся увеличением объемов поступления загрязнений с урбанизированных территорий, промышленных площадок, автомобильных дорог, свалок твердых бытовых и других отходов производства и потребления и т.д., а также вторичным загрязнением воды донными отложениями [20].

Таблица 3.8. Сброс основных загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы Российской Федерации[1]

	2007	2010	2014	2015	2016
Объем сброса сточных вод, млрд. м^3	51,4	49,2	43,9	42,9	42,9
в составе сточных вод сброшено:					
сульфатов, млн. т.	2,2	1,9	1,8	1,9	2,0
хлоридов, млн. т.	6,7	5,7	5,4	5,6	5,7
азота общего, тыс. т.	36,8	36,5	27,7	25,5	35,6
нитратов [2], тыс. т.	391,7	366,4	424,6	421,2	423,8
жиров и масел [3], тыс. т.	5,7	4,1	2,2	2,1	2,1
фенола, т.	32,6	28	17,7	16,1	18,2
свинца, т.	12,7	9,0	7,6	5,7	5,1
ртути, т.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,01

[1] По данным Росводресурсов
[2] С 2010 г. – нитрат анион (NO_3)
[3] С 2010 г. – жиры/масла (природного происхождения).

Повышение качества обеспечения населения питьевой водой является наиважнейшей проблемой в целом для всех федеральных округов. Средняя величина этого показателя по Российской Федерации составляет 224 л/сут. на человека. В трех регионах (Уральском, Центральном и Северо-Западном) удельное водопотребление выше среднего уровня по РФ. В 2016 г. качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения было обеспечено 87,5% населения России (94,5% – городского и 67,1% –

сельского населения), питьевой водой нецентрализованного водоснабжения – 3,8% (1,5% – городского и 10,4% – сельского населения) [25]. Кроме того, доля хозяйственно-питьевого водопотребления в общем объеме использования свежей воды была не столь велика, и составляла в 2016 г. по округам от 7% (Северо-Кавказский ФО) до 25% (Центральный ФО), средняя величина по Российской Федерации – 15% [22].

Распределение общего забора воды из природных источников и сброса сточных вод по федеральным округам РФ приводится в таблице 3.9.

Результаты наблюдений показывают, что в 2016 г. по сравнению с 2008 г. увеличился общий забор воды из природных водных объектов в Центральном (6%), Южном (24%), Северо-Кавказском (22%) и Уральском (41%) федеральных округах. А сброс загрязненных сточных вод уменьшился за этот период во всех федеральных округах, кроме Уральского (26%). Наибольший сброс сточных вод отмечался на территории Северо-Западного, Центрального, Сибирского и Приволжского ФО. Основными источниками загрязненных сточных вод являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства, промышленности и агропромышленного комплекса, на долю которых приходится свыше 90% общего объема сброса загрязненных сточных вод. Объем сброса загрязненных сточных вод предприятиями жилищно-коммунального хозяйства составляет свыше 60% общего объема сброса загрязненных сточных вод в Российской Федерации. Причиной является значительный износ очистных сооружений, применение устаревших технологий очистки сточных вод, прием объектами жилищно-коммунального хозяйства загрязненных стоков промышленных предприятий. На долю промышленности приходится 25% общего объема сброса загрязненных сточных вод. Основными источниками загрязнения водных объектов являются предприятия, осуществляющие целлюлозно-бумажное, химическое, металлургическое производство, полиграфическую деятельность, производство кокса, нефтепродуктов, добычу металлических руд, а также предприятия угольной промышленности [10].

Для сокращения объемов сброса загрязненных сточных вод необходима модернизация очистных сооружений с использованием новейших технологий очистки и оборудования.

Таблица 3.9. Основные показатели водопользования по федеральным округам Российской Федерации, млн. м^3 (по данным Росводресурсов)

Федеральный округ	Год	Забор воды из природных водных объектов	Потери при транспортировке	Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты			Объем повторного и оборотного объема воды
				всего	из них загрязненных сточных вод		
					всего	в % к общему объему сброса	
Центральный	2008	10961	655	8755	3798	43,4	39583
	2016	11652	549	7378	3187	43,2	37779
Северо-Западный	2008	12677	264	12427	3024	24,3	11098
	2016	10544	222	10435	2719	26,1	11476
Южный	2008	10008	2632	5521	1474	26,7	5507
	2016*	12469	2128	5398	1378	25,5	9113
Северо-Кавказский	2008	8732	2751	3122	450	14,4	1099
	2016	10625	2637	3181	364	11,4	918
Приволжский	2008	10787	578	8625	3047	35,3	30891
	2016	8276	467	6051	2402	39,7	29038
Уральский	2008	4377	272	3412	1867	54,7	32848
	2016	6183	258	2932	2356	80,4	27291
Сибирский	2008	9994	422	8721	2602	29,8	16497
	2016	7843	361	6195	1654	26,7	15978
Дальневосточный	2008	1926	184	1495	858	57,4	5481
	2016	1907	168	1325	658	49,7	6301

* С учетом Республики Крым и г. Севастополь.

3.3. Поверхностный сток с урбанизированных территорий

С экологической точки зрения современный город отличается наиболее ярким выражением основных явлений техногенеза: концентрированием на относительно небольшой площади существенных потоков энергии, значительных масс воды и химических веществ и их последующим рассеиванием в окружающей среде.

Города издавна возникали по берегам рек, которые выполняли оборонительные функции, служили источниками водоснабжения и удобными транспортными путями. Со временем функции подавляющего числа городских рек в сложившейся системе природопользования коренным образом изменились: водотоки, по-прежнему оставаясь неотъемлемой частью городских ландшафтов, превратились в коллекторы и приемники сточных вод и загрязненного поверхностного стока с промышленно-урбанизированных территорий.

Для транспортировки воды к местам потребления создаются сложные сети водоснабжения, а для отведения сточных вод и поверхностного стока (дождевого, талого, поливомоечного) с городской территории – канализационные и дренажные сети. Все это обусловливает необходимость выявления условий и основных факторов формирования водного стока в городах, в значительной мере определяющих интенсивность и масштабы воздействия последних на реки и другие водные объекты [111].

Своеобразие подстилающей поверхности и особенности геологического фундамента городов обусловливают специфические условия формирования в их пределах поверхностного, внутрипочвенного, грунтового и подземного стока. Особенно ярко гидрологическая роль городов проявляется в том, что занимаемая ими территория отличается экстремальным состоянием проницаемости поверхности: из-за наличия асфальтовых и бетонных покрытий (так называемая «запечатанность» почв), крыш домов и т. п. водопроницаемость намного ниже, нежели в

природных условиях. Воздействие таких территорий на водный баланс городов выражается в увеличении доли поверхностного стока, в замедлении формирования горизонта грунтовых вод, в снижении испаряемости, способствует интенсивному нагреву воздуха летом и приводит к дефициту влажности воздуха. В количественном отношении площади непроницаемых для воды территорий зависят от возраста, размеров и благоустроенности городов. Для малых и средних городов с численностью населения менее 300 тыс. чел. их доля от общей городской территории, как правило, не превышает 20%; в крупных городах она возрастает до 30%; в городах с населением более 1 млн. чел. – колеблется в пределах 35-89% [99]. Например, «запечатанность» почв в пределах Садового кольца г. Москвы составляет не менее 80-90% площади, на территориях промышленных зон она достигает 80%; в пределах жилой застройки – изменяется от 20 до 70% [107]. Наличие дренажной сети для отведения поверхностного стока также способствует быстрому добеганию атмосферных вод в гидрографическую сеть. Следует отметить, что в городах снег, образующийся после очистки улиц, нередко сбрасывается непосредственно в городские водотоки и (или) вывозится на снегосвалки, что также сказывается на гидрологическом режиме урбанизированных территорий.

Анализ качества поверхностного стока с городских территорий показывает высокий уровень его загрязненности. Учитывая высокие концентрации загрязнений, а также значительный объем дождевых и талых снеговых вод, на долю поверхностного стока приходится примерно 75% взвешенных веществ, 20% органических веществ (по БПК), 65% тяжелых металлов и 68% нефтепродуктов, поступающих в водные объекты со всеми видами сточных вод [1]. Таким образом, поверхностный сток с урбанизированных территорий является серьезным источником загрязнения окружающей среды (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Показатели качества поверхностного стока с территорий некоторых городов России [51]

Показатель	Самара	Волго-град	Санкт-Петербург	Екате-ринбург (талый сток)	ПДК р.х.*
Взвешенные вещества, мг/л	50-1450	420-1250	300-600	-	+0,25 к фону
Сухой остаток, мг/л	471-891,6	444,5-5718	200-400	-	1000
БПК, мг/л	5,2-316	39,2-118,5	20-50 ($БПК_5$)	-	3
Нефтепродукты, мг/л	0,125-475	0,75-3	7-12	0,26	0,05
Сульфаты, мг/л	63,4-792	126,8-216	-	71,2	100
Азот аммонийный, мг/л	3,8-11,2	0,45-2,08	8-10	2,76	0,39
Фосфаты, мг/л	0,06-5,44	-	0,5-0,8	< 0,02	0,2
pH	7-8	7,41-7,8	-	7,75	6,5-8,5
Железо общее, мг/л	0,03-10,7	-	2-12	0,2	0,1
Цинк, мг/л	0-0,035	0,039	-	0,02	0,01
Медь, мг/л	0-0,58	0,22	-	< 0,01	0,001
Алюминий, мг/л	0-0,1	-	1-6	Н.о.	0,04
Кадмий, мг/л	0-0,05	-	-	0,05	0,005
Хром, мг/л	0-0,065	-	-	Н.о.	0,001
Никель, мг/л	0	-	-	0,04	0,01

ПДК р.х.* - предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения.

Комплексные экологические обследования городов, свидетельствуют о том, что в поверхностном стоке с городских территорий может присутствовать (кроме рассмотренных выше) довольно большой перечень загрязняющих веществ, в том числе ртуть и бензапирен (вещества I класса опасности). Присутствие специфических для промышленности загрязняющих веществ в поверхностном стоке с городских территорий, свидетельствует о

загрязнении его из атмосферы. По расчетам Ш.Д. Фридмана и В.Н. Василенко от 5% и боле масс загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями города загрязняют его территорию [7].

В настоящее время в пределах городских ландшафтов водный сток многих ручьев и малых рек практически полностью формируется за счет поступающих в них промышленных и бытовых сточных вод или загрязненного поверхностного стока. В зависимости от водообильности малых и средних рек, определяемой гидрологическим сезоном и водностью года, сточные воды составляют от 15-20 до 50-80% общего речного стока и в существенной мере определяют гидрохимические особенности и экологическое состояние водотоков. Сток крупных рек, протекающих по промышленно-урбанизированным районам, в среднем на 10% состоит из поступающих сточных вод (разной степени очистки) [51].

Уменьшение испарения, увеличение поверхностного стока с городских территорий и большие объемы отводимых сточных вод, несмотря на определенное снижение доли подземного стока, как правило, способствуют возрастанию водности рек на выходе из городов. Доля урбанизированных территорий от площади крупных речных бассейнов чаще всего не превышает 2-3%. Показательно, что увеличение годового стока под влиянием городских территорий для таких бассейнов (например, Дона) также составляет около 2-3%.

Обычно в малых и средних городах наблюдается меньшее увеличение стока на единицу прироста непроницаемых площадей (от 25 до 50% по сравнению с естественными водосборами), нежели в крупных и крупнейших городах (здесь сток увеличивается на 50% и больше). Расчет водного баланса г. Москвы показал, что полный речной сток с городской территории по сравнению с естественными условиями увеличился на 50%, а поверхностный – почти вдвое [50].

В то же время известны случаи, когда водный сток рек на выходе из городов заметно снижается, что связано с изъятием поверхностных вод на различные нужды города и населения.

Так, например, уменьшение стока р. Волги у г. Волгограда связано с влиянием различных антропогенных факторов: орошение – около 60%, промышленно-коммунальное и сельскохозяйственное водоснабжение – 30%, агротехнические мероприятия – 10% [55]. Наиболее сильно влияние антропогенных факторов на гидрологический режим Волги проявляется в маловодные и, особенно в очень маловодные годы, когда годовой сток реки уменьшается почти на 15%.

Следует отметить, что урбанизация территории нередко способствует увеличению повторяемости паводков и увеличению их высоты, а также значительному возрастанию, как общих объемов дождевых стоков, так и их пиковой мощности. Данные наблюдений за ливневым стоком на урбанизированных территориях показывают, что максимальные расходы на небольших водосборах могут возрастать в десятки раз [111].

3.4. Отходы производства и потребления

Обращение с отходами регламентируются Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 29.07.2018 г.) «Об отходах производства и потребления».

Сырьевая ориентация экономики России определяет факт того, что источниками образования основных объемов отходов производства и потребления являются территории добычи и переработки полезных ископаемых, лидирующее положение среди которых с явным преимуществом (>50%) занимает Кемеровская область – основной угледобывающий регион России (рис. 3.5), а около 90% всех образованных в 2016 г. отходов производства и потребления относится к виду экономической деятельности – «добыча полезных ископаемых», характеризующемуся большим объемом вскрышных работ, и только 10% – к «обрабатывающим производствам» (табл. 3.11).

Вторичными источниками негативного воздействия на окружающую среду являются используемые в качестве средств утилизации отходов мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы, полигоны и свалки, на которых за многие

годы накопилось значительное количество разнообразных как коммунальных, так и промышленных отходов. Грунты свалок и высачивающийся из толщи отходов фильтрат насыщены органическими и неорганическими компонентами, в десятки и сотни раз превышающими концентрации соответствующих элементов в фоновых почвах. Развеивание материала свалок и просачивание стоков ведёт к загрязнению окружающих почв, поверхностных и подземных вод, что ухудшает качество окружающей среды. Нередко свалки расположены в черте города, что создает опасность, особенно в результате их спонтанного возгорания с загрязнением атмосферного воздуха токсичными продуктами горения.

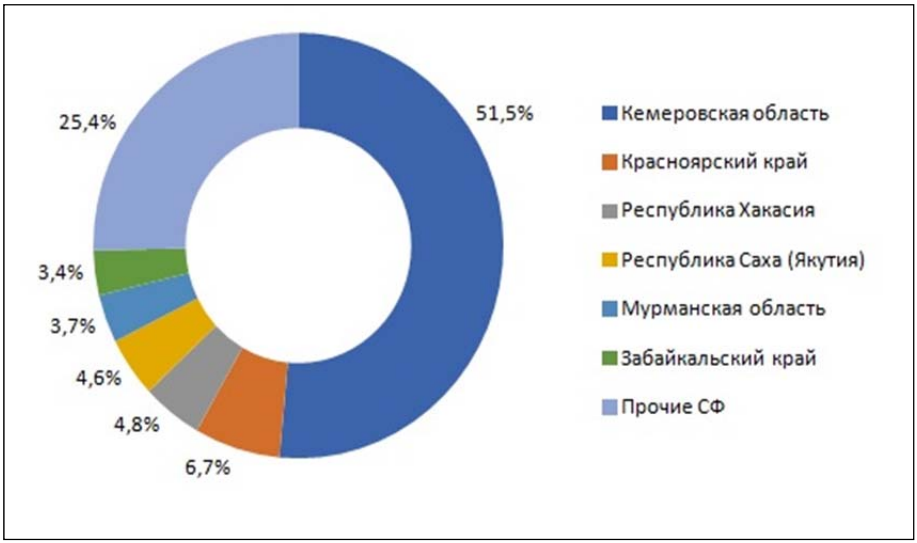


Рис. 3.5. Вклад субъектов РФ в образование отходов производства и потребления в 2016 г. (по данным Росстата)

Элементами структуры любого производственно-коммунального хозяйства являются хранилища отходов: бытовых, строительных, специфических производственных, являющиеся источниками пыли, техногенных газов и токсичных стоков (табл. 3.12).

Таблица 3.11. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления в 2016 г. (тыс. тонн) [1)]

Виды экономической деятельности в соответствии с Общероссийским классификатором (ОКВЭД2) ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2)	Образование отходов производства и потребления	Использование и обезвреживание отходов производства и потребления
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	49242,3	42059,0
добыча полезных ископаемых	4723843,8	2885550,4
обрабатывающие производства	549325,3	243365,5
обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	20509,3	1845,8
водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	7181,3	18993,5
предоставление прочих видов услуг	580,6	324,9
Всего	**5441313,5**	**3243706,0**

[1)] [65]

Состав токсичных стоков зависит от вида хранящихся отходов. Особую опасность представляют хранилища смешанного типа. В массе таких отходов происходит взаимодействие между веществами, образовавшимися при анаэробном брожении, и токсичными веществами из промышленных отходов.

В соответствии с «Докладом Государственного совета Российской Федерации «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» [27] по данным Росприроднадзора на 2016 г. в России было зафиксировано 1399 полигонов твёрдых коммунальных отходов (ТКО), 7153 санкционированных свалок, 17,5 тысяч несанкционированных свалок. Все указанные объекты занимали площадь 47,7 тыс. га.

Инвентаризация только крупнейших легальных объектов размещения ТКО (865 объектов, на которых ежегодно захоранивается 24,6 млн. т, или порядка 50% всех ТКО) показала, что на данных объектах образуется 1715 млн. $м^3$ свалочного газа в год, а метана в его составе – 858 млн. $м^3$ в год, что при прямом попадании в атмосферу эквивалентно выбросам 2,5 млн. т CO_2 в год. [27].

Таблица 3.12. Усреднённые характеристики просачивающихся вод из свалок городского бытового мусора через 6-8 лет после закладки на хранение [104]

Показатели	**Величины**
Значение, pH	6,5-9,0
Сухой остаток, мг/л	20000
Нерастворимые вещества, мг/л	2000
Электрическая проводимость, (20º С), мкСм/см	20000
Неорганические компоненты, мг/л	
Соединения щелочных и щелочноземельных металлов (в расчёте на металл)	8000
Соединения тяжёлых металлов (в расчёте на металл)	10
Соединения железа (общее Fe)	1000
NH_4+(в расчёте на N)	1000
SO_4^{2-}	1500
HCO_3^-	10000
Органические компоненты, мг/л	
$БПК_5$	4000
ХПК	6000
Фенол	50
Детергент	50
Вещества, экстрагируемые метиленхлоридом	600
Органические кислоты, отгоняемые с водяным паром (в расчёте на уксусную кислоту)	1000

В зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду отходы на основании ФЗ «Об отходах производства и потребления» подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, – Минприроды России, на пять классов опасности:

I класс – чрезвычайно опасные отходы;

II класс – высокоопасные отходы;

III класс – умеренно опасные отходы;

IV класс – малоопасные отходы;

V класс – практически неопасные отходы.

Всего в результате экономической деятельности в 2016 г. по данным Росстата было образовано 5441 млн. тонн отходов, из которых 98% - неопасные отходы - V класса опасности и 332,8 тыс. тонн - наиболее опасные - I и II классов (табл. 3.13, 3.14), наибольший совокупный вклад в образование которых (19,4%) внес Алтайский край, в 1,7 раза превышающий показатель 38,4 тыс. т идущей на втором месте Иркутской области.

Таблица 3.13. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления в Российской Федерации в период 2007 - 2016 гг. [64]

Годы		**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Образование, млн. т		3899,3	3876,9	3505,0	3734,7	4303,3	5008,0	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3
Использование и обезвреживание	млн. т	2257,4	1960,7	1661,4	1738,1	1990,7	2348,0	2043,6	2357,2	2685,1	3243,7
	%	58	51	47	47	46	47	40	46	53	60

Таблица 3.14. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления по классам опасности для окружающей среды [66]

Годы	Классы опасности отходов	Образование отходов производства и потребления, тыс. т	Использование и обезвреживание отходов производства и потребления, тыс. т	Доля использованных и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов, %
2007	I	181,3	93,4	52
	II	1311,4	871,6	66
	III	11051,0	9290,0	84
	IV	275109,1	95297,3	35
	V	3611630,4	2151859,0	60
2016	I	28	18	64
	II	304	347	114
	III	19347	18494	96
	IV	78584	67599	86
	V	5343050	3157248	59

Лидирующее положение по образованию отходов I класса опасности занимает Московская область – 8,4 тыс. т, значительно опережая (на ≈6 тыс. т) Самарскую область (табл. 3.15).

Начиная с 2010 г. тенденция ежегодного, кроме 2015 г., прироста объемов образования отходов производства и потребления сохранилась. При этом значение доли использованных и обезвреженных отходов всех классов опасности в общем объеме образованных отходов в период с 2007 по 2016 гг. имело незначительные колебания в диапазоне от 40 до 60% при среднемноголетнем значении 49,5% (табл. 3.13, рис. 3.6), а среднее значение доли использованных и обезвреженных опасных отходов: I-IV классов опасности, выросло в полтора раза – от 59% в 2007 г. до 90% в 2016 г. (табл. 3.14).

Таблица 3.15. Субъекты РФ – лидеры по образованию наиболее опасных отходов [24]

Субъекты РФ	Образование отходов в 2016 г. по классам опасности, тонн		
	I+II	I	II
Алтайский край	64259	310	63949
Иркутская область	38458	173	38285
Самарская область	36826	2515	34311
Свердловская область	29034	548	28486
Белгородская область	20470	944	19526
Республика Северная Осетия - Алания	16472	3	16469
Московская область	9667	8432	1235
Приморский край	3824	1270	2554
Новосибирская область	2656	672	1984
Республика Коми	1726	1571	154
г. Санкт-Петербург	1705	1358	347
Всего в РФ	**332000**	**28000**	**304000**

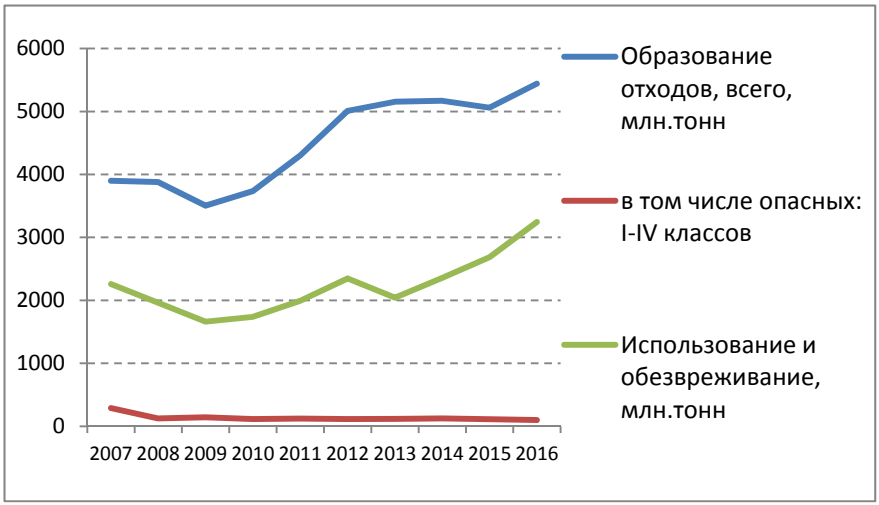


Рис. 3.6. Динамика показателей в сфере обращения с отходами производства и потребления [64]

4. ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО ДАННЫМ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА

4.1. Современное состояние

Государственный мониторинг загрязнения окружающей среды в России проводится подразделениями Росгидромета как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках, где фиксируются региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ. К региональному фону по разным оценкам относится от 70 до 80% всей территории страны.

Наибольшая техногенная нагрузка характерна для урбанизированных территорий промышленных центров. Общий характер динамики и тенденций изменений качества воздуха в городах за десятилетний период рассчитан и проанализирован в ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (рис. 4.1-4.2).

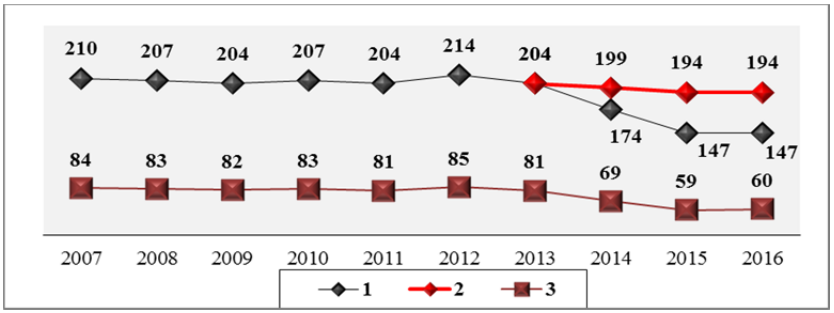


Рис. 4.1. Количество городов РФ, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК, с учетом прежней и новой ПДК формальдегида и фенола (1, 2) и доля городов, %, в общем числе городов, где проводятся регулярные наблюдения (3) за период 2007-2016 гг. (по данным Росгидромета)

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов медленно улучшается. Однако, рассматривая конкретные показатели, видно, что оно остается по-прежнему неудовлетворительным: за 10 лет количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 63 (рис. 4.1). Вместе с тем снижение показателя обусловлено повышением в 2014 г. величины норматива ПДК с.с. формальдегида более чем в 3 раза, по сравнению с прежней[5]. Если учитывать прежние ПДК формальдегида, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2016 г. составило бы 194 вместо 147 и уменьшилось бы за последние 10 лет лишь на 16 городов (рис. 4.1) [95].

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю комплексный ИЗА) как высокий и очень высокий, за 10 лет снизилось на 91 город (рис. 4.2), что не связано с улучшением состояния загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДК с.с. формальдегида в 2014 г. Это в свою очередь, привело к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2016 г. (Приоритетный список) включено 20 городов (рис. 4.2), с учетом прежней ПДК с.с. формальдегида их было бы 29. Поэтому можно говорить об уменьшении количества городов в Приоритетном списке только на 8 городов за 10 лет. В 147 городах (60% городов России, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 56,2 млн. чел. Превышают 1 ПДК с.с. средние за год концентрации взвешенных веществ в 43 городах, бенз(а)пирена – в 54 городах, диоксида азота – в 60 городах. С учетом новых ПДК с.с. сверхнормативному загрязнению воздуха формальдегидом подвержено 19,2 млн. чел.

[5] Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17 июня 2014 года №37 г. Москва «О внесении изменения № 11 в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

в 57 городах, с учетом прежних ПДК с.с. – 63,2 млн. чел. в 145 городах (рис. 4.3) [22].

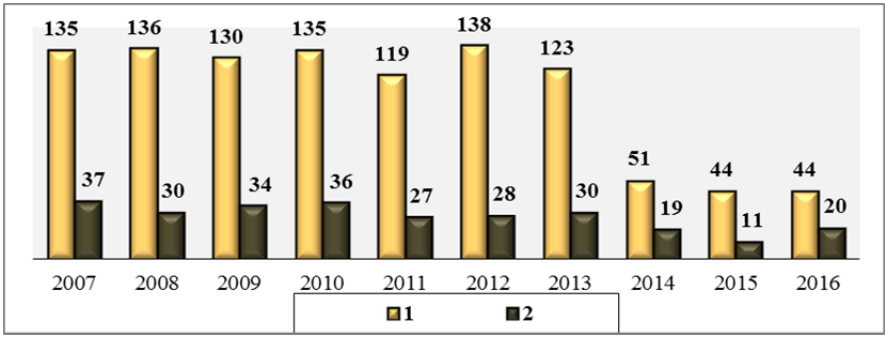


Рис. 4.2. Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферного воздуха высокий и очень высокий (ИЗА>7) (1), из них – города Приоритетного списка (2) за период 2007–2016 гг. (по данным Росгидромета)

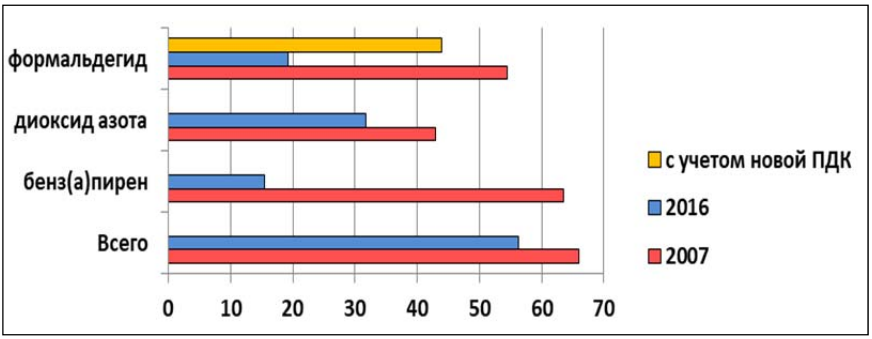


Рис. 4.3. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК (всего), концентраций бенз(а)пирена (БП), диоксида азота, формальдегида (с учетом прежней и новой ПДК) (по данным Росгидромета)

По данным регулярных наблюдений Росгидромета за последние десять лет средние за год концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, оксида азота, диоксида серы и оксида углерода и бенз(а)пирена снизились, а концентрации формальдегида не изменились (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Тенденция изменений средних за год концентраций примесей в городах России за период 2007-2011 гг. и 2012-2016 гг. (по данным Росгидромета)

Примеси	2007-2011 гг.		2012-2016 гг.	
	Кол-во городов	Тенденция изменения, %	Кол-во городов	Тенденция изменения, %
Взвешенные вещества	225	-5	216	-7
Диоксид азота	237	-5	233	-19
Оксид азота	140	-11	139	-17
Диоксид серы	235	0	223	-14
Оксид углерода	210	-6	204	-18
Бенз(а)пирен	171	-17	175	-30
Формальдегид	151	0	156	0

Несмотря на снижение оценки опасности загрязнения воздуха формальдегидом, реальных изменений уровня загрязнения воздуха не происходит, воздух не становится чище. Снижение значения ПДК (среднесуточного) формальдегида позволило предприятиям увеличить выбросы, не превышая нормы воздействия. Это привело к заметному повышению количества выбросов формальдегида, что в дальнейшем будет способствовать росту загрязнения воздуха этой примесью. На это указывает рост количества городов за 10 лет, в которых среднегодовые концентрации формальдегида выше ПДК с учетом нового значения ПДК с 45 до 57 городов в 2016 г. Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов по-прежнему остается неудовлетворительным [95].

Почвенный покров. Вокруг городов на протяжении нескольких десятилетий образовались территории хронического загрязнения, связанные с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу промышленных, коммунальных предприятий и автотранспорта.

Содержание токсикантов на территориях с радиусом 5-20 км мало изменяется с годами. Почвы сильно подщелочены и не всегда пригодны для сельскохозяйственного использования. Общая пло-

щадь этих территорий превышает 700 тыс. км^2. Зоны хронического загрязнения охватывают саму городскую и промышленную застройку, пригородные территории и занимают площади в 5-300 раз превышающие территории городов. Каждый город в силу своего техногенного воздействия влияет на окружающую среду, вызывает аномальные разрушения естественного фона. К подобному эффекту приводит интенсивное движение на автомобильных и железных дорогах.

Наблюдения за загрязнением почв металлами проводятся, в основном, в районах источников промышленных выбросов металлов в атмосферу. В качестве источника загрязнения может выступать одно предприятие, группа предприятий или город в целом. Приоритетными при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв тяжелыми металлами (ТМ) являются районы, в которых находятся предприятия цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, топливной и энергетической, химической и нефтехимической промышленностей, предприятия по производству стройматериалов, строительной промышленности.

Наибольшие зоны хронического загрязнения сформировались на территориях субъектов Сибирского федерального округа, в результате многолетних выбросов загрязняющих веществ предприятиями городов: Норильск, Красноярск, Иркутск, Новосибирск, Кемерово [60].

Норильск является центром промышленного района, непосредственно к нему примыкают три металлургических завода. Специфические природно-климатические условия функционирования почв тундровой зоны, где расположен Норильск, наличие там многолетней мерзлоты резко сокращает продолжительность периода активной водной миграции минеральных и органоминеральных соединений ТМ. Почвы г. Норильск являются антропогенными образованиями, сформировавшиеся в результате смешивания металлургических и угольных шлаков с плодородными материалом почвы-донора или торфом [109].

Вблизи Норильска под влиянием аэральных выбросов комбината «Норильский никель» возникла мощная медно-

никелевая аномалия [12]. Перенос факельных выбросов комбината на далекие расстояния под воздействием ветрового режима и других метеофакторов способствует образованию ареала загрязнения в региональном масштабе. Район по загрязнению делится на три зоны: территорию города, где загрязнение почв во многом определяется шлаками; пригородную зону на расстоянии 4–15 км, где загрязнение почв определяется аэрозолями и фоновую зону на расстоянии 100 км от города [13]. Средние значения содержания элементов представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Среднее содержание *M* тяжелых металлов, фосфора и серы (мг/кг) и Fe (%) в почвах г. Норильск и его пригорода, а также кларк концентрации этих элементов Кк $= C_i/$Кларк$_i$ [11]

Показатель	**Ni**	**Cu**	**Zn**	**Pb**	**Cr**	**Mn**	**Fe**	**Sr**	**Ba**	**La**	**Ce**	**P**	**S**
г. Норильск													
M	1563	5735	188	111	329	1486	15,42	223	259	17	25	500	2974
Кк	78	287	3,8	4,4	4.7	1.7	4.1	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	3,5
Пригород Норильска													
M	693	1295	75	20	134	1171	9,31	140	174	14	22	1200	1636
Кк	35	65	1,5	0,8	1,9	1,4	2,4	0,5	0,3	0,4	0,4	1,5	1,9

Почвы г. Норильск загрязнены максимально. Превышение кларка (т.е. среднего естественного содержания ТМ в почвах) медью Кк составляет 287, никелем – 78, хромом – 4,7, цинком – 3,8, железом – 4,1, серой – 3,5. В пригороде основные поллютанты те же, но степень загрязнения ниже: превышение кларков Cu – 65, Ni – 35, Fe – 2.4. Спад загрязненности происходит неравномерно: по сравнению с городом в пригороде загрязненность медью снижается сильнее, чем никелем, что вероятно связано с большим

загрязнением шлака в городе медью. Как видно из таблицы, в городских почвах кларк серы превышен в среднем в 3,5 раза, в почвах пригорода – в среднем в 2 раза. По содержанию этих сверхтяжелых металлов территория вблизи города представляет собой отрицательную техногенную геохимическую аномалию.

Высокая неоднородность (пятнистость) загрязнения почв ТМ вблизи источников промышленных выбросов, медленный процесс самоочищения, консервативность почв и другие факторы в большинстве случаев не позволяют достоверно утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах за пятилетний или даже за более продолжительный период наблюдений. В целом почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, загрязнены ТМ, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и другими путями [95].

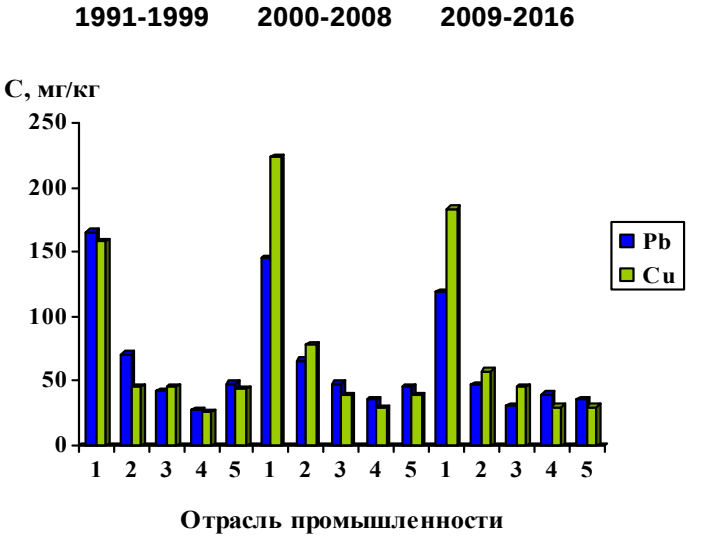
Динамика средних массовых долей ТМ по отраслям промышленности, усреднённых за 8 или 9 лет, в почвах пятикилометровых зон вокруг предприятий представлена на рис. 4.4.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателю загрязнения $Z_ф$ (с учётом фонов) и/или $Z_к$ (с учётом кларков), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Согласно показателю загрязнения $Z_ф$, к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 2,2% обследованных за период 2007-2016 гг. населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений (ПМН), состоящих из участков многолетних наблюдений (УМН), к умеренно опасной – 9,3%.

Результаты наблюдений с 2007 по 2016 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами (приоритетные ТМ указаны в скобках), согласно $Z_ф$ ($32 \le Z_ф < 128$), относятся почвы УМН-1 г. Свирск (свинец, медь, цинк, кадмий) Иркутской области; почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк), почвы городов Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий, хром, кобальт) Свердловской области [95].

а)



б)

Рис. 4.4. Динамика средних по отраслям промышленности массовых долей, усредненных за определенные периоды: а) свинца и меди, б) никеля и кобальта в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий металлургической промышленности (1), машиностроения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефтехимической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5) (по данным Росгидромета)

Почвы 88,5% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения $Z_ф$ относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки населённых пунктов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу. Особенно сильно могут быть загрязнены ТМ почвы однокилометровой зоны вокруг крупного источника промышленных выбросов ТМ в атмосферу.

ФГБУ «НПО «Тайфун» за период 2007-2016 гг. не было зарегистрировано явного накопления общего содержания ТМ в обследованных почвах городов и их окрестностей (табл. 4.3), за исключением, возможно, свинца, кадмия и кобальта в почвах г. Зима. Тенденция к увеличению средних массовых долей цинка отмечена в почвах г. Стерлитамак Республики Башкортостан, цинка и железа – в почвах г. Нижний Тагил Свердловской области, кадмия – в почвах городов Набережные Челны и Нижнекамск Республики Татарстан, свинца, кадмия и кобальта – в почвах г. Саянск Иркутской области.

Таблица 4.3. Динамика средних значений массовых долей металлов, мг/кг, в почвах территорий или пунктов многолетних наблюдений отдельных городов

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd
Дальнегорск, Приморский край 5-км зона от ЗАО ГХК «БОР»	1986	в	348	1104	19	424	35	-
	2007	к	351	866	11	445	26	2,0
	2016	к	212	978	12	433	27	1,9
Зима, Иркутская обл.	1996	в	57	880	47	240	46	-
	2003	в	29	510	31	97	41	-
	2009	в	41	571	25	131	27	0,08
	2016	к	100	138	48	132	33	1,98

Продолжение таблицы 4.3

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd
Йошкар-Ола, Республика Марий Эл	2013	в	53	102	22	63	50	<4,0
	2014	в	94	507	23	31	16	1,3
	2015	в	<35	789	33	85	41	<5,0
	2016	в	<24	660	<22	63	16	<2,2
Нижнекамск, Республика Татарстан ПМН	2008	к	13	684	50	100	22	0,28
	2010	к	14	-	54	92	19	0,64
	2014	к	17	493	35	62	31	0,68
	2016	к	14	514	46	71	28	1,13
Самара Самарская обл. ПМН (УМН-2)	2006	к	14	390	56	110	35	0,83
	2012	к	23	438	43	135	22	1,6
	2014	к	9	209	33	92	14	0,5
	2016	к	5	290	69	95	24	0,3
Ревда, Свердловская обл. ПМН	2008	к	377	1262	36	778	1715	12
	2010	к	341	1272	29	429	1177	6,0
	2012	к	396	679	24	440	1236	7,3
	2016	к	249	1360	25	370	905	5,8
	2008	п	72	111	2,0	252	571	5,0
	2010	п	77	69	1,9	131	362	3,4
	2012	п	215	43	2,0	194	524	5,1
	2016	п	58	92	2,1	136	314	3,4
Уфа, Республика Башкортостан	2002	к	32	-	77	65	53	0,37
	2009	к	34	-	123	153	41	0,23
	2016	к	28	-	57	104	39	0,30

в – валовая, к – кислоторастворимая, п – подвижная формы

Увеличение массовых долей подвижных форм свинца прослеживалось в почвах с. Рудная Пристань Приморского края, кадмия – в почвах г. Невьянск Свердловской области, в последних из которых наблюдается тенденция к уменьшению валовой массовой доли ртути.

Наиболее высокие уровни фторидного загрязнения почв отмечались в районах алюминиевых заводов, вокруг которых загрязнение почв фтором прослеживалось до 20 км и более. Высокие уровни загрязнения почв нефтепродуктами, превышающие фоновые в 10 раз и более, наблюдались в районах добычи, транспортировки, распределения и переработки нефти. Почти во всех обследованных промышленных центрах обнаружены участки почв, загрязненные нефтепродуктами.

Наблюдения за загрязнением почв фтором проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями – в Иркутской области.

Динамика массовой доли фтора по валу в почвах района г. Братск, представлена на рис. 4.5.

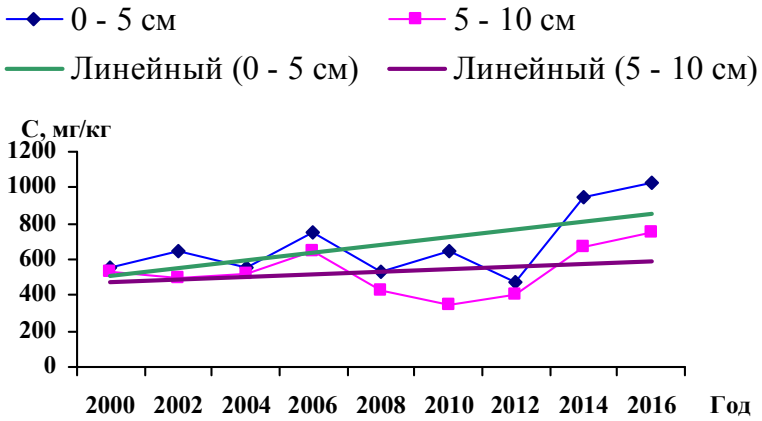


Рис. 4.5. Динамика средней массовой доли фтора по валу (С) в слое почвы от 0 до 5 см и от 5 до 10 см в районе г. Братск (пробы отобраны на удалении 2 (С), 8 (СВ), 12 (ВСВ) и 30 (СВ) км от ОАО «РУСАЛ-БрАЗ», направления указаны в скобках) (по данным Росгидромета)

Почвы, обследованные за период 2007-2016 гг. в других федеральных округах, относятся к категории умеренно опасных или токсиканты промышленного происхождения не были обнаружены.

Городские комплексы. Загрязнение урбанизированных территорий и изменение геохимических полей осуществляется за счет твердых отходов, жидких стоков, пылевых и газовых выбросов. Их состав определяется не только величиной города и коммунально-бытовым его хозяйством, но также транспортной системой и особенно сильно видом промышленности, развитой в городе. Все это вместе взятое предопределяет геохимическую специализацию территории города [7, 16, 37, 88, 89].

Изучение эколого-геохимических условий городов, особенно крупных, показало, что в их пределах значительная часть почв и подстилающих пород изменена почти полностью как в геохимическом, так и структурном аспекте. Несмотря на это, культурный слой и ненарушенный почвенный покров в городе продолжают играть важную экологическую роль как основа фитоценозов, среда обитания мезо- и микрофауны.

Городские почвы, горные породы являются депонирующей средой всего спектра техногенных химических воздействий. Помимо трансформации их микроэлементного состава, наблюдается также их ожелезнение и карбонатизация. Вследствие карбонатизации почв увеличивается их щелочность, идет насыщение поглощенного комплекса основаниями, многие металлы связываются в труднорастворимые формы. При значительном поступлении карботатной пыли в кислые, и нейтральные почвы происходит изменение класса водной миграции ландшафта.

Щелочная техногенная трансформация городских почв ведет к изменению их буферности, увеличению поглотительной способности, уменьшению возможности выноса и миграционной способности многих поллютантов и, прежде всего, тяжелых металлов. Загрязнение почв макро- и микроэлементами приводит к трансформации геохимической, прежде всего почвенно-геохимической структуры территории. Резко воз-

растает радиальная геохимическая дифференциация почвенного профиля вследствие накопления поллютантов в верхней части профиля: в черноземах равномерное распределение металлов сменяется поверхностно-аккумулятивным [46].

Поверхностные воды. Качество поверхностных вод на территории Российской Федерации анализировалось с использованием комплексных оценок по гидрохимическим показателям (характерным для каждого водного объекта). Сточные воды предприятий промышленного коммунального хозяйства, интенсивное судоходство и маломерный флот, транзитный перенос загрязняющих веществ по течению рек, диффузный сток загрязняющих веществ с водосборных территорий продолжают загрязнять поверхностные воды (рис. 4.6).

Следует отметить, что антропогенные изменения качества поверхностных вод Российской Федерации в настоящее время не носят повсеместного, глобального характера. Большинство водных объектов Российской Федерации соответствует «загрязненным» водам. Такие крупнейшие реки, как Волга, Обь, Енисей, потеряли питьевое значение. Река Волга и ее притоки являются на протяжении последнего десятилетия наиболее грязными, и ситуация практически мало меняется. Следует отметить, что почти ниже всех городов качество воды изменяется от «загрязненной» до «грязной», а в отдельные годы на некоторых створах до «экстремально грязной» (рис. 4.7).

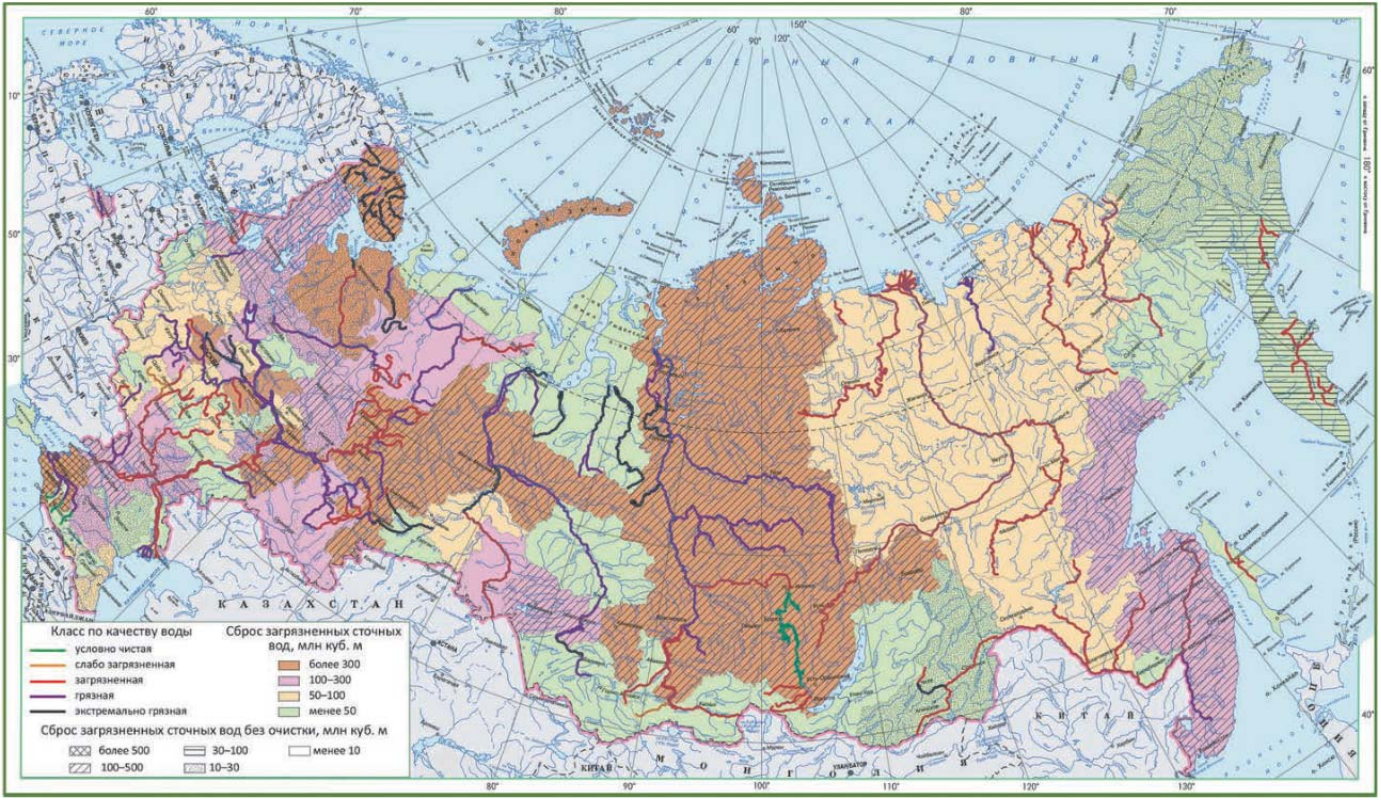


Рис. 4.6. Карта схема загрязненности основных рек Российской Федерации [20]

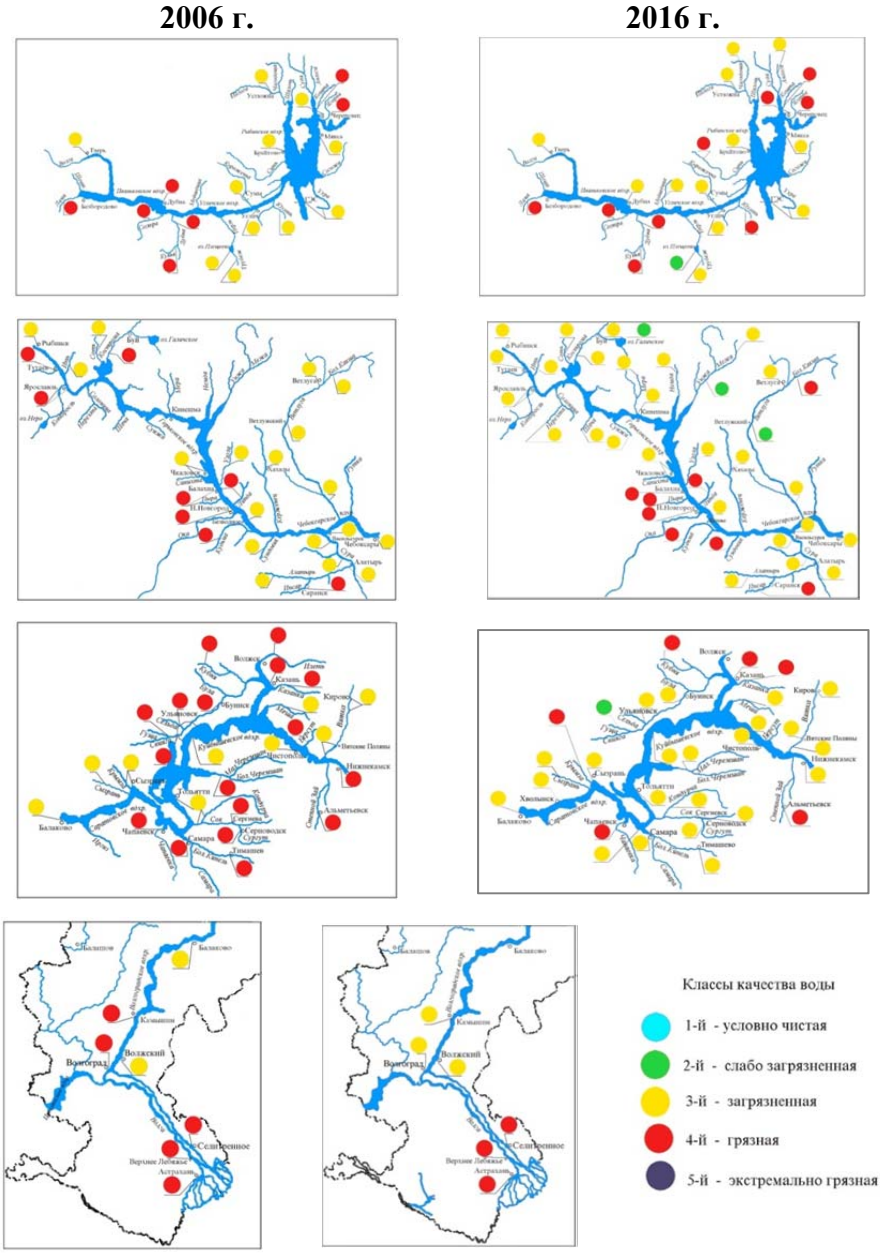


Рис. 4.7. Комплексная оценка качества поверхностных вод бассейна р. Волга от г. Тверь до г. Астрахань (по данным ФГБУ «ГХИ»)

За период 2007-2016 гг. практически не снижается суммарное количество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 4.8). Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ показывает, что максимум их приходится на начало весны (рис. 4.9).

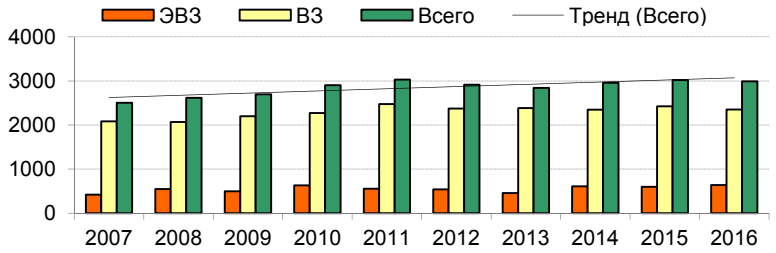


Рис. 4.8. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации (по данным Росгидромета)

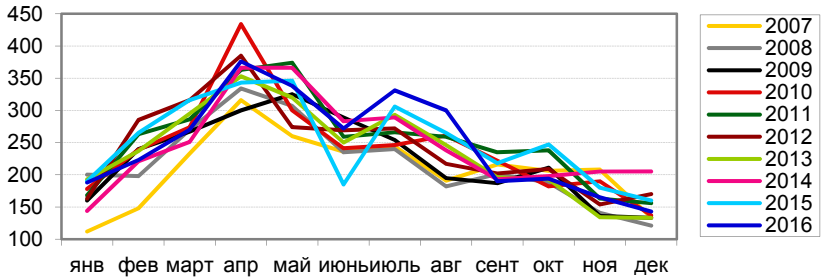


Рис. 4.9. Динамика внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации за период 2007-2016 гг. (по данным Росгидромета)

Анализ всего массива данных мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что за период 2007-2016 гг. как по ряду контролируемых показателей, так и по комплексным оценкам загрязненность природных сред практически не меняется. Неблагоприятное качество окружающей среды (прежде всего атмосферного воздуха и поверхностных вод) наблюдается, как правило, в местах проживания большей части населения страны (урбанизированные территории, промышленные зоны).

4.2. Показатели качества природных сред по данным мониторинга

4.2.1. Атмосферный воздух

Основная физическая характеристика содержания вредных веществ в атмосфере – концентрация, т.е. количество вещества, содержащегося в единице объёма воздуха при нормальных условиях. Как правило, её измеряют в мг/м^3. Этот показатель характеризует физическое, химическое и другие виды воздействия на окружающую среду. Единичная разовая концентрация примеси есть величина случайная, она не может характеризовать степень загрязнения воздуха. Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха:

- средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_{ср}$);
- среднее квадратическое отклонение $q_{ср}$, мг/м^3 или мкг/м^3 ($\sigma_{ср}$);
- максимальная (измеренная за 20 мин) разовая концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_м$).

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК - предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации [14, 71]. Для некоторых веществ значения ПДК даны в таблице 4.4. Рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в разные годы предельные значения концентраций приведены в таблице 4.4 по [112, 113]. Для оценки загрязнения воздуха диоксидом азота в 2006 г. используется новое значение ПДК$_{м.р.}$ (Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1983-05 и ГН 2.1.6.1984-05, – введены в действие с 01.02.2006 г. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.11.2005 г.).

В России нет критериев для оценки средних годовых концентраций. Поэтому средние концентрации сравниваются с ПДК

среднесуточными, максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимальными разовыми. При таком подходе всегда присутствует занижение степени загрязнения воздуха, поскольку значение «ПДК $_{человек}$» (если бы оно было установлено) должно было быть равным или ниже ПДК среднесуточного.

Предельно допустимые концентрации загрязнений в атмосферном воздухе населенных мест устанавливают на основе лимитирующего показателя, такой концентрации, которая оказывается наименьшей при проведении исследований на запах и раздражающее действие, а также не вызывает специфических проявлений организма. Концентрация вредного вещества не должна оказывать прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека [93].

Максимальные разовые концентрации ($ПДК_{м.р.}$) устанавливают для тех веществ, которые обладают в большей степени рефлекторным и раздражающим действием. $ПДК_{м.р.}$ необходимы для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, изменение биоэлектрической активности головного мозга, световой чувствительности глаз и др.) при кратковременном воздействии атмосферных примесей. В случае если токсические реакции организма появляются при меньшей концентрации вредных веществ, чем рефлекторные или раздражающие реакции, то среднесуточные и максимальные разовые ПДК совпадают [93].

В качестве обязательных статистических характеристик загрязнения воздуха также используются:

– повторяемость разовых концентраций примеси в воздухе выше предельно допустимой концентрации (ПДК) данной примеси (в %);

– повторяемость разовых концентраций примеси в воздухе выше 5 ПДК (в %);

– число случаев концентраций примесей в воздухе, превышающих 10 ПДК.

Установлено три показателя качества воздуха: индекс загрязнения атмосферы – ИЗА, стандартный индекс − СИ и наибольшая повторяемость превышения ПДК − НП.

Таблица 4.4. Критерии качества воздуха, рекомендованные ВОЗ, и предельно допустимые концентрации Минздравсоцразвития России для некоторых загрязняющих веществ, мкг/м^3

Вещество	Стандарт ВОЗ			ПДК, Россия	
	1 год	24 часа	1 час	24 часа	20 мин.
Азота диоксид	40[3] /		200[3] /	40	200
Аммиак				40	200
Бенз(а)пирен	0,001[1] /			0,001	
Бензол	25[1] /			100	300
Ксилол				-	200
Марганец	0,15[2] /			1	-
Никель				1	-
Озон		100[3] / (8 ч)		30	160
Ртуть	1,0[2] /			3,0	-
Сажа (углерод)				50	150
Свинец	0,5[2] /			0,3	1
Серы диоксид	50[2] /	20[3] /	500[3] /	50	500
Сероуглерод				5	30
Сероводород				-	8
Стирол		260[2] /		2	40
Сумма взвешенных				150	500
PM25	10[3] /	25[3] /		35[4]/25 год-	160
PM10	20[3] /	50[3] /		60[4]/40 год-	300
Толуол		260[2] /		-	600
Углерода оксид, мг/м^3		10[2] / (8 ч.)	30[2] /	3	5
Фенол				6[6]	10
Формальдегид			100[2] / за	3	35
Фторид водорода				100	200
Этилбензол				-	20

[1] WHO, 2000 [112];
[2] Мониторинг качества воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. 2001 [53];
[3] WHO, 2005 [113];
[4] 99 процентиль;
[5] изменение № 11 в ГН 2.1.6.1338-03 [14, 71].
[6] постановление № 3 в ГН 2.1.6.1338-03 [14, 71]

ИЗА − комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Поэтому ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

СИ − стандартный индекс, т.е. наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью, или на всех постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. Показатель характеризует степень кратковременного загрязнения.

НП − наибольшая повторяемость (в процентах) превышения максимально разовой ПДК по данным наблюдений за одной примесью на всех постах территории за месяц или за год.

Комплексный ИЗА ($I(n)$), учитывающий n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле:

$$I(n) = \sum_{i=1}^{n} I_i = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{q_{\text{ср},i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.},i}} \right)^{C_i}, \quad (4.1)$$

где $q_{\text{ср,i}}$ − среднегодовая концентрация i-го загрязняющего вещества, $\text{ПДК}_{\text{с.с.},i}$ − его среднесуточная предельно допустимая концентрация, C_i − безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i-го загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы.

Значения C_i равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 соответственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности загрязняющего вещества.

Чтобы значения $I(n)$ были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества (m) загрязняющих веществ. Для этого по парциальным значениям I_i для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \ldots > I_n$. Далее рассчитывается суммарный $I(m)$ для заданного и одинакового количества (m) загрязняющих веществ.

В информационных документах для оценки уровня загрязнения воздуха используется ИЗА для пяти загрязняющих веществ, рассчитанный по формуле (4.1), в которой n=m=5.

В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения атмосферы считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, НП < 20%, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, НП от 20 до 50% и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ > 10, НП > 50%.

4.2.2. Почвенный покров

Основным критерием гигиенической оценки степени загрязнения почв твердыми металлами (ТМ) является ПДК и (или) ОДК* ТМ в почве. Сравнение уровней загрязнения почв ТМ, для которых не разработаны ПДК и ОДК, проводится с их фоновыми содержаниями (Ф). Содержание ТМ на уровне 3-5 Ф и (или) более (в каждом конкретном случае) служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

Оценка уровня химического загрязнения почв комплексом ТМ как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится на основе индекса загрязнения $Z_ф$ и (или) $Z_к$:

$$Z_Ф = \sum_{i=1}^{n} K_{Фi} - (n-1)$$

где n – число определяемых ТМ в почве, $K_{Фi}$ – коэффициент концентрации металла, равный отношению содержания i-го металла в почве загрязненной территории к фоновому.

$Z_к$ определяют по формуле, употребляя вместо фоновых содержаний кларки, т.е. средние естественные содержания ТМ в почвах мира (табл. 4.5.) [9].

Таблица 4.5. Содержания элементов (млн$^{-1}$) в почвах мира [9]

V	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Sn	Pb	Cr	Zn
50	0,5	10	850	20	2	40	10	10	200	50

* ОДК – ориентировочно допустимая концентрация

Ориентировочно шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения представлена в таблице 4.6. Рекомендации по возможному использованию загрязнённых почв даны в таблице 4.7.

Таблица 4.6. Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения ($Z_Ф$) [15]

Категория загрязнения почв	**Величина $Z_Ф$**	**Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения**
Допустимая	менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, число часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Для населения, переезжающего из районов с низким фоновым уровнем ТМ в почвах и ещё не адаптировавшегося к местным условиям, оценку степени опасности почв ТМ лучше проводить по индексу загрязнения $Z_к$. Исходя из этого, для умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы тех городов, индексы загрязнения которых находятся в пределах $16 \le Z_ф < 32$ при $Z_к \ge 16$ и $Z_ф = 13 \div 15$ при $Z_к \ge 20$, т.е. учитываем $Z_к$.

Таблица 4.7. Схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами [15]

Категория загрязнения	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)
II. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционном водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных источников
III. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено с учетом растений концентраторов	1.Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях – продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений – продуктов питания рекомендуется их перемешивание с продуктами, выращенными на чистой почве.

Продолжение таблицы 4.7

Категория загрязнения	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
			3. Ограничение использования зелёной массы на корм скоту с учетом растений – концентраторов.
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования. Лесозащитные полосы	Мероприятия по снижению уровня загрязнения токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников

4.2.3. Поверхностные воды суши

Внутренние водоемы и водотоки Российской Федерации многочисленны и разнообразны как по условиям и параметрам природного формирования химического состава поверхностных вод, антропогенного воздействия на их качественный состав, так и по условиям их использования. Сложность понятия качество воды, его многомерность, связанная с необходимостью учитывать в процессе водопользования большое количество веществ, определяющих химический состав воды, обусловили настойчивые поиски обобщенных количественных оценок, позволяющих кратко, в доступной потребителю форме характеризовать состав и свойства этого жизненно необходимого для человека природного ресурса [17].

Наиболее часто используемыми в настоящее время показателями качества поверхностных вод суши являются гидрохимический индекс загрязнения воды ИЗВ и гидробиологический индекс сапробности **S**. Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывают по шести-семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель

pH, биологическое потребление кислорода $БПК_5$) является обязательной [17, 86]:

$$ИЗВ = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6}\frac{C_i}{ПДК_i}$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение параметра), $ПДК_i$ – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

Величина индекса загрязнения нормирована, и эта норма является экспертной оценкой; в зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 4.8.).

Таблица 4.8. Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды.

Воды	**Значение ИЗВ**	**Классы вод**
очень чистые	до 0,2	1
чистые	0,2 – 1,0	2
умеренно загрязненные	1,0 – 2,0	3
загрязненные	2,0 – 4,0	4
грязные	4,0 – 6,0	5
очень грязные	6,0 – 10,0	6
чрезвычайно грязные	> 10,0	7

Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени и т.д.).

Гидрохимическим институтом для обобщения и представления официальным органам получаемой сетью Росгидромета режимной и оперативной информации о химическом составе поверхностных вод разработана обоснованная система комплексных оценок загрязненности и качества вод [80].

Комплексные оценки используются в Росгидромете при выполнении планов НИОКР и производственных заданий, подготовке информационных документов для руководящих органов и по частным запросам, характеризующих качество и динамику поверхностных вод.

Основные виды оценок, получаемые по методу ГХИ:

– коэффициент комплексной загрязненности воды рассчитывается по следующим критериям – предельно допустимые концентрации (К), уровни высокого загрязнения ($К_{ВЗ}$), уровни экстремально высокого загрязнения ($К_{ЭВЗ}$);

– категория воды по значениям К, $К_{ВЗ}$, $К_{ЭВЗ}$;

– частный оценочный балл по кратности превышения ПДК по *i*–му веществу в *j*-ом створе наблюдений;

– частный оценочный балл по повторяемости случаев загрязненности;

– обобщенный оценочный балл по кратности превышения ПДК и по повторяемости случаев загрязненности;

– классификация воды водных объектов по уровню загрязненности отдельными веществами;

– классификация воды водных объектов по повторяемости случаев загрязненности отдельными веществами;

– критические показатели загрязненности воды КПЗ (число и перечень);

– комбинаторный индекс загрязненности воды КИЗВ;

– удельный комбинаторный индекс загрязненности воды УКИЗВ;

– классификация качества воды водных объектов по комплексу ингредиентов и показателей качества. Классификация позволяет разделять поверхностные воды по качеству на пять классов в зависимости от степени и загрязненности от 1-го класса «условно чистой» до 5-го класса «экстремально грязной».

Каждый из перечисленных показателей дополнительно к цифровому значению сопровождается качественной описательной характеристикой (табл. 4.9.).

Таблица 4.9. Классификация качества воды водотоков по величине удельного индекса загрязненности воды

Класс качества воды водотоков	Разряд класса качества воды водотоков	Характеристика состояния загрязненности воды водотоков	Величина удельного индекса загрязненности воды					
			При отсутствии критических показателей загрязненности (КПЗ)	В зависимости от числа критических показателей загрязненности воды				
				1 КПЗ (k=0.9)	2 КПЗ (k=0.8)	3 КПЗ (k=0.7)	4 КПЗ (k=0.6)	5 КПЗ (k=0.5)
1	-	условно чистая	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
2	-	слабо загрязненная	(1;2]	(0.9; 1.8]	(0.8; 1.6]	(0.7; 1.4]	(0.6; 1.2]	(0.5; 1.0]
3	-	загрязненная	(2; 4]	(1.8; 3.6]	(1.6; 3.2]	(1.4; 2.8]	(1.2; 2.4]	(1.0; 2.0]
	разряд а)	весьма загрязненная	(2;3]	(1.8; 2.7]	(1.6; 2.4]	(1.4; 2.1]	(1.2; 1.8]	(1.0; 1.5]
	разряд б)	очень загрязненная	(3;4]	(2.7; 3.6]	(2.4; 3.2]	(2.1; 2.8]	(1.8; 2.4]	(1.5; 2.0]
4	-	грязная	(4; 11]	(3.6; 9.9]	(3.2; 8.8]	(2.8; 7.7]	(2.4; 6.6]	(2.0; 5.5]
	разряд а)	грязная	(4; 6]	(3.6; 5.4]	(3.2; 4.8]	(2.8; 4.2]	(2.4; 3.6]	(2.0; 3.0]
	разряд б)	грязная	(6; 8]	(5.4; 7.2]	(4.8; 6.4]	(4.2; 5.6]	(3.6; 4.8]	(3.0; 4.0]
	разряд в)	очень грязная	(8; 10]	(7.2; 9.0]	(6.4; 8.0]	(5.6; 7.0]	(4.8; 6.0]	(4.0; 5.0]
	разряд г)	очень грязная	(10; 11]	(9.0; 9.9]	(8.0; 8.8]	(7.0; 7.7]	(6.0; 6.6]	(5.0; 5.5]
5	-	экстремально грязная	(11;+∞)	(9.9; +∞)	(8.8; +∞)	(7.7; +∞)	(6.6; +∞)	(5.5; +∞)

Под высоким загрязнением поверхностных вод (ВЗ) принят уровень, превышающий ПДК от 3 до 5 раз для веществ 1 и 2 классов, от 10 до 50 раз для веществ 3 и 4 классов и от 30 до 50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа. Под экстремально высоким загрязнением поверхностных вод (ЭВЗ) принят уровень, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов (табл. 4.10.).

Таблица 4.10. Критерии определения уровней высокого и экстремально высокого загрязнения воды водных объектов по гидрохимическим показателям

Ингредиенты и показатели качества воды	**Кратность превышения ПДК для случаев**	
	ВЗ	**ЭВЗ**
1-2 классов опасности	≥ 3 – < 5	≥ 5
3-4 классов опасности, кроме нефтепродуктов, фенолов, меди, железа общего	≥ 10 – < 50	≥ 50
4 класса опасности – нефтепродукты, фенолы, медь, железо общее	≥ 30 – < 50	≥ 50

Анализ интегральных оценок показывает, что практически все они строятся по относительным концентрациям веществ, т.е. концентрациям, отнесенным к соответствующему для среды предельно допустимой концентрации (ПДК), ориентировочных допустимых количеств (ОДК), ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) или фоновому значению. Для

комплексных оценок по отдельным средам выбирается группа приоритетных показателей, оценка проводится, как правило, для осредненных за год значений. По почвам и снежному покрову это значения съемки в определенном ореоле, выполненной раз в год. Ежегодно рассчитываемые комплексные показатели по средам ранжируются, но число классов, их характеристика и уровень пространственного обобщения сильно варьируют, что не позволяет строить единую комплексную оценку загрязнения окружающей природной среды.

Система контроля качества природной среды, основанная на дифференцированном определении концентрации вредных веществ и сопоставлении их с предельно допустимыми концентрациями, малоэффективна. Согласно определению, ПДК – это максимальное количество вредного вещества в единице объема, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не вызывает каких-либо болезненных изменений в организме и неблагоприятных наследственных изменений у потомства. Однако существующие методические подходы к регламентации вредных веществ далеко не всегда соответствуют этому требованию. Во многих случаях при установлении ПДК учитывается только прямое токсикологическое воздействие, но не учитываются все реально существующие косвенные эффекты [100].

Используемые в настоящее время комплексные показатели загрязнения отдельных природных сред, рассмотренных в данной главе не унифицированы: различны подходы к формированию классов качества и уровень пространственного обобщения данных мониторинга.

5. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ И СУБЪЕКТОВ РФ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА РОСГИДРОМЕТА

5.1. История вопроса

Экологическое состояние природной среды и ее влияние на человека представляет одну из наиболее важных проблем как в современной России, так и в мире в целом. В России данная проблема отличается особой сложностью и многообразием в виду огромных размеров территории, разнообразия природных условий и форм экономической деятельности. В настоящее время общество остро нуждается в полноценной и разносторонней информации об экологической обстановке России и ее регионов, так как с ней связано здоровье каждого человека [38].

Четко выраженный пространственный аспект экологических проблем и очевидная необходимость представления многогранной экологической информации определяют важнейшую роль и актуальность картографических материалов, позволяющих в полной мере отразить пространственно-временную информацию об условиях формирования экологической обстановки, хозяйственном воздействии на природную среду, экологическом состоянии отдельных природных сред, природной и техногенной опасности, охране природы. Комплексные карты наиболее полно и точно представляют экологическое состояние изучаемой территории, дают возможность всесторонне учитывать изменения в природе и их влияние на человека, позволяют отображать комплекс взаимосвязанных объектов и показатели каждого из них, опираются на широкий спектр системных показателей – природных, социально-экономических, демографических [96].

В 1992 г. Государственным гидрологическим институтом Росгидромета был издан картографический справочник «Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации»,

данные для которого получены по материалам космических съемок [77].

В 2002 г. в Институте географии РАН вышла карта «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации» под общей редакцией академика РАН В.М. Котлякова и член-корр. Н.Ф. Глазовского. Карта в масштабе 1:8000000 на картографической основе Федеральной службы геодезии и картографии России была подготовлена большим количеством авторов [41]. Предложенное комплексное районирование базируется на природно-ландшафтной дифференциации территории, а экологическая обстановка определяется в пределах сложившихся природно-хозяйственных ареалов, не зависящих от административных границ [44]. На карте выделено 56 экологических районов России, каждый из которых характеризуется степенью экологической напряженности и рядом социально-экономических показателей. Экологическая напряженность региона определяется по соотношению в его пределах площадей ареалов с различной остротой экологических ситуаций (без учета радиоактивного загрязнения). Экологическая ситуация определяется по региональному набору экологических проблем. Всего рассматривается 27 проблем, объединенных в следующие группы:

– проблемы, имеющие влияние на здоровье и ухудшение условий проживания населения;

– проблемы, связанные с истощением и утратой элементов природно-ресурсного потенциала;

– проблемы, приводящие к изменениям естественного состояния ценных природных ландшафтов.

Первый Экологический атлас России [106] был издан в 2002 г. учеными географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и других организаций. Он отражает экологическое состояние страны в последние десятилетия XX века и охватывает широкий круг экологических проблем: условия формирования экологической обстановки, антропогенные воздействия на природную среду, экологическое состояние природной среды, охрана природы и др. В 2003 г. вышел

федеральный атлас «Природные ресурсы и экология России», подготовленный Российским экологическим федеральным информационным агентством Минприроды России совместно с Национальным информагентством «Природные ресурсы» и институтами РАН. Помимо картографической и справочно-аналитической информации о запасах, современном состоянии и использовании различных ресурсов в России, в атласе особое внимание уделяется динамике, экологическому состоянию и охране всех видов природных ресурсов. В 2007 г. был издан 2-й том Национального атласа России [57], посвященный природным условиям и ресурсам России, эволюции географической оболочки, состоянию и загрязнению окружающей среды на территории страны, охране природы и национальному природопользованию. В связи с потребностью картографического представления экологической обстановки в России начала XXI века Русское географическое общество инициировало новый проект Экологического атласа России, поручив его подготовку географическому факультету Московского госуниверситета [105]. Атлас вышел в 2017 г. и отражает пространственно-временную информацию об условиях формирования экологической обстановки, хозяйственном воздействии на природную среду, экологическом состоянии окружающей среды, о мерах, предпринимаемых для оздоровления окружающей среды и оптимизации экологической обстановки на начало XXI века. При подготовке Атласа были использованы материалы Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей природной среды, государственная и ведомственная статистика, авторские разработки научных коллективов.

Все перечисленные атласы были созданы с использованием современных геоинформационных технологий и выпущены в традиционном бумажном и электронном вариантах. Кроме того, с начала XXI века был издан ряд экологических атласов некоторых регионов России.

Как видно, в последние годы вопросами создания экологических карт серьезно занимаются различные министерства, ведомства и организации. Однако единой системы экологического картографирования в стране нет. За последние 10 лет не появилось

ни одного юридического документа, законодательно утверждающего тот или иной способ оценки качества окружающей природной среды, рекомендуемый для общего применения. Разработки проводятся на различной технической и технологической базе, имеет место дублирование работ, информационное обеспечение не согласовано, что в конечном итоге может привести к невозможности создания единого информационного пространства в органах государственной власти субъектов Российской Федерации. В подавляющем большинстве случаев карты определенной экологической направленности создаются эпизодически и решают, в лучшем случае, отраслевые или частные региональные задачи. Последние три года в Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» публикуются картосхемы Российской Федерации, отображающие ранжирование субъектов нашей страны по некоторым характерным показателям загрязнения природных сред, а именно были представлены количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на единицу площади, доля загрязненных сточных вод в общем объеме водоотведения в поверхностные воды, доля земель, изъятых из продуктивного оборота по субъектам [22, 23, 24].

К числу других проблем, тормозящих комплексное решение задач картографического обеспечения экологической безопасности России, следует отнести:

– отсутствие официально утвержденной концепции государственного экологического картографирования;

– финансовые и организационные трудности в получении заинтересованными министерствами и ведомствами не только топографической, но и базовой тематической информации (инженерно-геологической, гидрогеологической, геоморфологической, гидрологической, почвенной, климатической, ландшафтной, демографической, о растительности, животном мире, землепользовании и др.), необходимой для создания экологических карт и функционирования геоинформационных систем;

– отсутствие единых требований к масштабам, составу, содержанию, срокам создания и обновления карт экологической направленности.

В результате страдает качество оценки экологической ситуации в стране.

В данной монографии решалась частная задача: на основании данных государственного мониторинга загрязнения окружающей среды оценить и сравнить урбанизированные территории субъектов Российской Федерации по уровню антропогенной нагрузки и выделить субъекты с наиболее высокими уровнями негативного антропогенного воздействия.

В работе мы учитывали административное деление территории Российской Федерации и рассматривали экологическую ситуацию как объект управления в разрезе субъектов, поскольку, согласно Конституции Российской Федерации, охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации [42]. Хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе принципов, в обширном перечне которых следует особо выделить оценку воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности; учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности; обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области охраны окружающей среды [59].

Управление природопользованием и охраной окружающей среды регулируется не только нормативно-правовыми актами, координацией и организацией мероприятий по охране окружающей среды и предотвращению последствий экологических бедствий, но и в значительной степени на основе единой системы

государственного мониторинга окружающей среды и государственного фонда данных государственного мониторинга окружающей среды. Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» [59] государственный мониторинг окружающей среды включает в себя комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, а также оценку и прогноз изменений состояния окружающей среды. В основе государственного мониторинга окружающей среды в Российской Федерации лежат данные мониторинга состояния природных сред: атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова, – проводимого подразделениями Росгидромета [60].

Согласно Федеральному закону [59] научные исследования в области охраны окружающей среды не должны сводится только к разработке концепций, научных прогнозов и планов сохранения и восстановления окружающей среды, оценке последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду: необходимо разрабатывать и совершенствовать показатели комплексной оценки воздействия на окружающую среду, способы и методы их определения. В настоящее время данные государственного мониторинга загрязнения окружающей среды обрабатываются и анализируется по отдельным природным средам.

Анализ выполненных разработок в области создания экологических карт подтверждает, что в основном применяются различные косвенные статистические показатели, прежде всего выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и сброс сточных вод в поверхностные водные объекты без учета тенденций в их изменении [22, 23, 24, 41].

В основе организации и проведения режимных наблюдений государственного мониторинга лежат следующие основные принципы: комплексность и систематичность наблюдений, согласование сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями и изменением метеорологических условий, определение показателей едиными методиками на всей территории

страны. Для характеристики состояния загрязнения каждой природной среды разработаны и используются комплексные показатели, которые сильно различаются как количеством категорий загрязнения, так и выбором территориальной единицы для пространственного обобщения данных мониторинга (табл. 5.1.). Все это затрудняет получение единой комплексной оценки загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации в целом, а также отдельных Федеральных округов и субъектов нашей страны.

Таблица 5.1. Категории (уровни) загрязнения природных сред химическими веществами и уровни пространственного обобщения данных мониторинга

Природная среда		**Категория (уровень) загрязнения**	**Уровень пространственного обобщения – институты Росгидромета**
Атмосферный воздух		1 низкий 2 повышенный 3 высокий 4 очень высокий	города и субъекты Российской Федерации - ГГО
Поверхностные воды суши		1 условно чистая (вода) 2 слабо загрязненная 3 загрязненная 4 грязная 5 экстремально грязная	бассейны крупных рек - ГХИ
Почвенный покров	Токсиканты промышленного происхождения	1 допустимый 2 умеренно опасный 3 опасный 4 чрезвычайно опасный	ореолы загрязнения вокруг городов – НПО «Тайфун»
	Пестициды		почвы сельхозугодий – субъекты Российской Федерации (выборочно) – НПО «Тайфун»

Тем не менее, возможна комплексная оценка экологического состояния урбанизированных территорий в субъектах Российской Федерации на основе текущих и ретроспективных данных мониторинга Росгидромета с учетом природных и хозяйственных особенностей территорий, выделение субъектов Российской Федерации с высокими уровнями загрязнения урбанизированных территорий в результате антропогенной нагрузки.

5.2. Показатель комплексной оценки загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях. Выбор приоритетных показателей

В соответствии с вышеизложенным, в данной работе при разработке показателя комплексной оценки загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях субъектов Российской Федерации и выделении на его основе субъектов с наиболее неблагоприятной экологической ситуацией учитывались следующие принципиальные положения:

– показатели загрязнения отдельных природных сред должны быть типичными для всех субъектов Российской Федерации, вне зависимости от их географического положения;

– все оценки, как промежуточные (для отдельных природных сред), так и комплексная, должны строиться на основе единого подхода, принятого в данной работе, – балльной оценки.

Показатель комплексной оценки состояния загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях субъектов рассчитывался на основании данных мониторинга загрязнения отдельных природных сред (атмосферный воздух, поверхностные воды и почвенный покров).

Для анализа полученных результатов были использованы статистические показатели, косвенно характеризующие антропогенную нагрузку на территории субъектов (в том числе, на урбанизированные территории). В качестве таких показателей, используемых, как правило, при составлении большинства экологических карт и атласов, в работе использовались следующие характеристики субъекта РФ за год:

– площадь территории;

– численность населения, в том числе отдельно городского;

– число городов;

– площадь сельскохозяйственных земель, используемых под пашню;

– площадь территорий, занятых лесами;

– объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

– объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты.

Для расчета показателя комплексной оценки загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях субъектов Российской Федерации и анализа полученных результатов в работе использовались данные за 10-летний период (2007-2016 гг.).

Выбор приоритетных показателей

Окружающая среда не является гомогенной. Каждый ее элемент подвергается антропогенному воздействию. Анализ современного экологического состояния природных сред показал, что большая часть населения Российской Федерации (по данным Росстата – 74% с 2009 г. по настоящее время) проживает на урбанизированных территориях, где выбросами и сбросами загрязняющих веществ промышленными предприятиями, жилищно-коммунальными хозяйствами, автотранспортом загрязнены практически все природные среды [2, 4, 32].

Анализ данных мониторинга загрязнения окружающей природной среды за многолетний период показал, что наиболее опасным видом загрязнения является хроническое загрязнение химическими веществами атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова [34].

Атмосферный воздух. Несмотря на спад производства, который начался в 1991 г., в России не произошло улучшение качества окружающей среды, адекватное снижению техногенной нагрузки. С 1999 г. появилась тенденция роста городов, в которых уровень загрязнения атмосферы по показателю ИЗА оценивается как высокий и очень высокий (рис. 5.1.). Введение в 2014 г. новых повышенных значений среднесуточных и максимальных разовых ПДК формальдегида привело к улучшению показателя качества воздуха (комплексного ИЗА) и занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом.

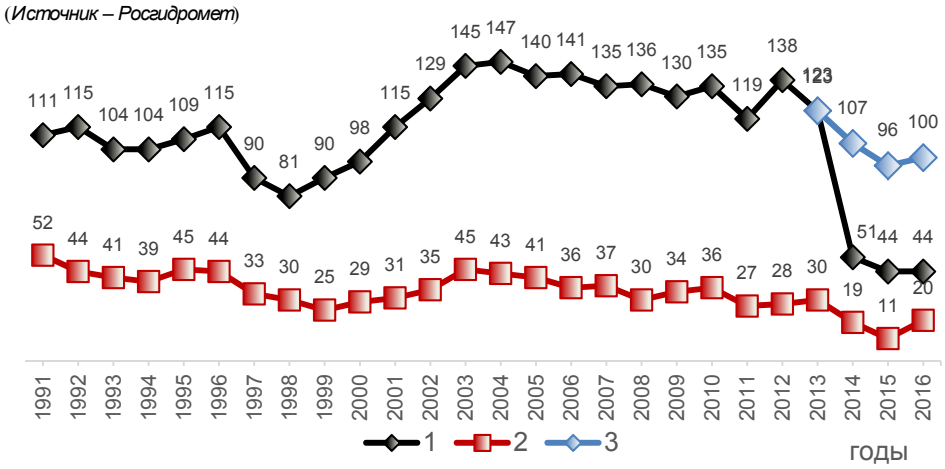
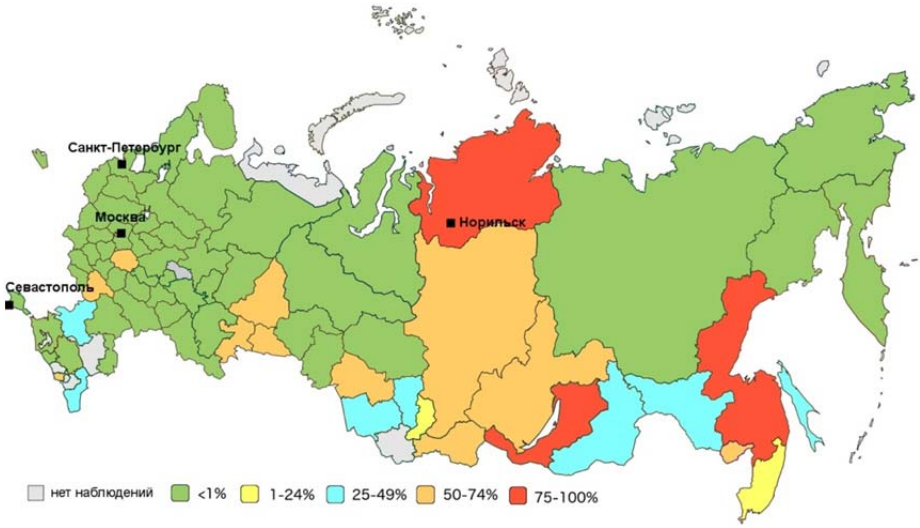


Рис. 5.1. Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферного воздуха высокий и очень высокий (ИЗА>7) (1), из них – города Приоритетного списка (ИЗА>14) (2); (3) – количество городов, в которых ИЗА>7 согласно прежним санитарно-гигиеническим нормативам

По оценкам ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» в 2016 г., как и в 2015 г., уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как высокий и очень высокий (ИЗА>7) в 44 городах, причем в Сибирском федеральном округе количество таких городов составило 24, в Уральском — 6, Дальневосточном — 7, Центральном – 3, в Южном и Северо-Кавказском округах – 2. В среднем по стране 15% городского населения испытывают воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха. Заметим, что при использовании для оценки прежней $ПДК_{с.с.}$ формальдегида количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, составило бы 100 городов. Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха (ИЗА>14) за период 1991-2013 гг. варьировался от 25 до 52 городов, однако за последующие три года количество городов Приоритетного списка снизилось до 19, 11 и 20 соответственно. Резкое снижение оценки уровня загрязнения воздуха и исключение городов из Приоритетного списка связано

с трехкратным увеличением $ПДК_{с.с.}$ формальдегида в 2014 г., а также с увеличением значения ПДКс.с. фенола в 2015 году. С 2014 г. в Приоритетный список входят только города, расположенные на Азиатской территории России, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей климатическими условиями. При этом существенных изменений уровней загрязнения не отмечается, а количество выбросов формальдегида в атмосферу растет: за период 2012-2016 гг. – на 28%, что особенно заметно после увеличения значений ПДК, введенных Постановлением Главного государственного врача России в 2014 году [94].

В 2016 г. в 13 субъектах Российской Федерации более 50% городского населения находилось под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха (рис. 5.2.), в 3 субъектах: Республике Бурятии, Таймырском АО (в составе Красноярского края) и Хабаровском крае — более 75% городского населения.



(*Источник – Росгидромет*)

Рис. 5.2. Субъекты Российской Федерации и количество жителей в них (% от общей численности городского населения субъекта), испытывающих воздействие высокого и очень высокого загрязнения воздуха по данным 2016 г.

Поверхностные воды. Несмотря на незначительное уменьшение в целом по стране сбросов загрязненных сточных вод из-за сокращения объемов производства, состояние качества поверхностных пресных вод остается неудовлетворительным. Анализ динамики качества поверхностных вод за период 2014-2016 гг. показал, что хотя в 2016 г. по сравнению с предыдущими годами наметилось незначительное улучшение качества воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности, тем не менее в каждом федеральном округе, кроме Северо-Кавказского, продолжают сохраняться наиболее загрязненными водные объекты, вода которых в течение десятилетий остается в крайне неудовлетворительном состоянии и характеризуется как «грязная» или «экстремально грязная». Такие объекты требуют неотложных водоохранных мероприятий [39].

Около 70% случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод связано не столько с аварийными ситуациями, сколько с систематическими сбросами неочищенных сточных вод промышленными предприятиями и жилищно-коммунальными хозяйствами [60]. В связи с изношенностью основных фондов уровень очистки сточных вод крайне низок. За 5-летний период с 2007 по 2011 гг. уровни суммарного высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (ВЗ и ЭВЗ) имели устойчивую тенденцию роста. В последующий 5-летний период с 2012 по 2016 гг. наметилась стабилизация ситуации, характеризующаяся незначительными колебаниями суммарного количества ВЗ и ЭВЗ (см. главу 4, рис. 4.8). За весь анализируемый 10-летний период максимум количества случаев ВЗ и ЭВЗ – 3030 – был достигнут в 2011 г. [60]. В 2016 г. был зарегистрирован 2991 случай экстремально высокого и высокого загрязнения поверхностных вод по 32 основным загрязняющим веществам в 53 субъектах Российской Федерации.

Почвенный покров. Почва, по сравнению с воздухом и водой, является одним из наиболее консервативных компонентов биосферы. Под влиянием внешних воздействий она изме-

няется медленнее других частей биосферы, и эти изменения не всегда могут быть легко замечены. Однако и самоочищение почв идет столь же медленно, поэтому многие последствия их негативных изменений могут быть ликвидированы лишь за десятки и сотни лет, а некоторые из них вообще являются необратимыми. Это со всей очевидностью определяет роль почвы в формировании экологической ситуации, а также необходимость учета всех весьма далеко идущих последствий нарушения экологических функций почвы.

Каждый город в процессе жизнедеятельности выделяет помимо энергетических отходов массу коммунально-бытовых и промышленных загрязнителей, выбросов в атмосферу дымов, аэрозолей, пыли. Эти выбросы переносятся, в основном атмосферными потоками, далеко за пределы города и, подчиняясь гравитационным силам, постепенно оседают на земную поверхность. Плотность этих загрязнений снижается по мере удаления от города по экспоненциальному закону [72]. По данным НПО «Тайфун» максимальные уровни массовых долей тяжелых металлов (ТМ) в почвах, превышающие фоновые на несколько порядков, отмечаются в промышленной и ближней зонах радиусом до 5 км вокруг источника. По мере удаления от источника загрязнения массовые доли ТМ уменьшаются и на расстоянии 10 км и более в зависимости от мощности источника и региональных особенностей приближаются к фоновым. Сильное загрязнение почв соединениями фтора наблюдается в районах расположения алюминиевых заводов. Повышенная массовая доля фторидов, по сравнению с фоновой, обнаруживается на расстоянии 15 км и более от источника. Сильное загрязнение почв нефтепродуктами присутствует, как правило, в зоне радиусом не более 1 км вокруг нефтепромыслов, нефтехранилищ, нефтепроводов и нефтеперерабатывающих заводов. В почвах территорий индустриальных центров и вокруг них также отмечаются повышенные уровни массовых долей нефтепродуктов. В результате постоянной антропогенной нагрузки вокруг городов и промышленных центров формируются большие пятна загрязненности, стремящиеся соединиться, вдоль

дорог с другими удаленными городами. Суммарная площадь таких пятен внутри административной территории характеризует размер загрязненных земель [60].

Техногенное запыление атмосферы формирует в районах оседания пыли на земной поверхности достаточно устойчивые зоны хронического загрязнения [60, 72, 77]. Во всех федеральных округах Российской Федерации имеются территории, хронически загрязняемые токсикантами промышленного происхождения (табл. 5.2.) [60, 72-76].

Таблица 5.2. Площади зон хронического загрязнения федеральных округов РФ

Федеральный округ	**Площадь территории**[**], тыс. км²**	**Площадь загрязненной территории**[***]	
		тыс. км²	**%**
Центральный	650,2	126,2	19,4
Южный[*]	420,9	46,1	11
Приволжский	1037	98,8	9,5
Северо-Кавказский	170,4	14,1	8,3
Уральский	1818,5	96,7	5,3
Сибирский	5145	152,4	3
Северо-Западный	1687	51,2	3
Дальневосточный	6169,3	27,6	0,4

[*] Здесь не учитывалось образование Крымского федерального округа на присоединенных к Российской Федерации в 2014 г. территориях, а затем его последующее присоединение к Южному федеральному округу в 2016 году, поскольку нет данных о хроническом загрязнении почв данной территории

[**] по данным Росстата за 2016 г.

[***] по данным Росгидромета за 2011 г.

Доля загрязненных земель варьируется в широком диапазоне – от 19,4% в Центральном округе до 0,4% в Дальневосточном, – но между субъектами различия еще больше: например, в Центральном округе – от 6% (Костромская область) до 60% (Московская и Тульская области).

Следует отметить, что с ростом производства, учитывая изношенность основных фондов предприятий, и количества дорог с твердым покрытием можно ожидать расширения территорий хронического загрязнения и увеличение нагрузки на них токсикантами промышленного происхождения.

В связи с вышеизложенным, для расчета показателя комплексной оценки состояния загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях субъектов РФ были выбраны следующие приоритетные показатели:

– $\{A_i\}_{i=1}^{n}$ сумма «взвешенных» численностей населения m городов в субъекте РФ, в которых проводятся регулярные наблюдения Росгидромета за загрязнением атмосферного воздуха:

$$A_i = \sum_{s=1}^{m} \mu_s N_s$$

где N_s – численность населения города s, веса μ_s определяются в зависимости от категории качества воздуха в городе s:

Уровень загрязнения атмосферного воздуха	**Диапазон изменения ИЗА***	μ_s
низкий	0–4	0,2
повышенный	5–6	0,6
высокий	7–13	1
очень высокий	≥14	1,5

*ИЗА представляет собой вещественное число, которое округляется к ближайшему целому

Величина весового коэффициента μ_s рассчитывается как середина отрезка варьирования ИЗА для каждой категории качества воздуха, разделенная на 10.

– $\{B_i\}_{i=1}^{n}$ сумма «взвешенного» количества случаев высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ) поверхностных пресных вод в субъекте РФ; вес для ВЗ равен 1, для ЭВЗ – 2;

– $\{П_i\}_{i=1}^{n}$ доля хронически загрязненной токсикантами промышленного происхождения площади в субъекте РФ,

где n – число субъектов Российской Федерации.

5.3. Источники данных

Для данного исследования использовались две группы параметров: статистические показатели, косвенно характеризующие антропогенную нагрузку на окружающую среду, и показатели загрязнения окружающей среды, рассчитанные по данным мониторинга Росгидромета.

Источником статистических показателей явились данные Росстата, агрегированные по субъектам и федеральным округам РФ [83-85]. Существенная вариация по годам для этих показателей характерна, в основном, для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты.

Показатели загрязнения окружающей среды по данным мониторинга Росгидромета обновляются, как указано в главе 4, ежегодно. Перечень городов, в которых проводятся регулярные наблюдения за качеством атмосферного воздуха и для которых рассчитывается комплексный показатель ИЗА по методике ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова» Росгидромета, публикуется в ежегодниках «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России» [94]. Данные о численности населения указанных городов приведены в Российских статистических ежегодниках [83-85]. Информация о количестве случаев высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения поверхностных пресных вод экспортируется из базы данных автоматизированной системы «Оперативный мониторинг», разработанной в 2007-2011 гг. в ФГБУ ИГКЭ и ежемесячно пополняемой. Данные о ВЗ и ЭВЗ обобщаются и анализируются в ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля» (ИГКЭ), публикуются в ежегодных «Обзорах состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации» [60]. Территории, хронически загрязняемые токсикантами промышленного происхождения, рассчитаны по данным космических снимков в ФГБУ «Государственный гидрологический институт» Росгидромета и опубликованы в Справочнике «Зоны хронического загрязнения вокруг

городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям РФ» [77], а также в региональных справочниках «Загрязненные земли по районам, городским поселениям и речных водосборах» по Северо-Западному, Сибирскому, Уральскому и Дальневосточному округам [73-76].

Для расчета всех показателей загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях субъектов Российской Федерации, кроме доли хронически загрязненных земель урбанизированных территорий, использовались данные за 2007 и 2016 гг. Однако консервативность почв, медленный процесс их самоочищения, а также результаты исследований НПО «Тайфун», подтверждающих, что концентрации тяжелых металлов в почвах вокруг городов остаются за последние 10-20 лет практически на прежних уровнях и явного накопления или снижения общего содержания ТМ в обследованных почвах городов и их окрестностей не наблюдается [32], в совокупности позволяет нам оценивать современное экологическое состояние почв, экстраполируя справочные данные конца XX – начала XXI века [72-77].

5.4. Алгоритм расчета

С целью получения единой размерности показателей отдельных природных сред проводилось их нормирование посредством приведения шкалы значений показателей к шкале 5-балльной оценки. Для этого субъекты Российской Федерации ранжировались по величине приоритетного показателя и затем группировались по категориям загрязнения для каждой природной среды в отдельности (табл. 5.3.).

Таблица 5.3. Категории субъектов РФ по уровню антропогенной нагрузки

Категория	Уровень антропогенной нагрузки	Балл
первая	очень высокий	5
вторая	высокий	4
третья	средний	3
четвертая	умеренный	2
пятая	низкий	1

Показатель комплексной оценки был рассчитан суммированием баллов, полученных для каждого субъекта, по отдельным природным средам. На заключительном этапе алгоритма расчета субъекты ранжировались и группировались по пяти категориям в зависимости от величины показателя комплексной оценки.

Для ранжирования субъектов Российской Федерации по выбранному приоритетному показателю загрязнения поверхностных вод и почвенного покрова был применен метод *k*-средних (*k*-means), один из наиболее часто используемых методов кластеризации данных [43]. Метод *k*-средних относится к итерационным методам и представляет собой версию EM-алгоритма. Данный метод отличается тем, что на начальном этапе предварительно задается итоговое число кластеров k и назначаются центры кластеров случайным образом. Поскольку результаты кластеризации данных чувствительны к начальному случайному выбору центров кластеров, для расчетов была использована модификация классического алгоритма *k*-средних: в качестве первоначальных центров кластеров назначаются максимально удаленные друг от друга элементы исходного набора данных. В нашей задаче $k = 5$ и соответствует общему количеству категорий, каждая из которых характеризуется своим уровнем антропогенной нагрузки. Двухэтапный итерационный процесс заключается в поиске ближайшего кластера для каждого элемента данных на основании наименьшего евклидового расстояния между элементом и центром кластера и вычислении новых центров кластеров. Процедура повторяется до тех пор, пока центры кластеров не стабилизируются. В итоге вся совокупность субъектов Российской Федерации разбивается на непересекающиеся группы по приоритетному показателю. Существенный недостаток метода *k*-средних – проблема сходимости, и, как следствие, невозможность определения времени, необходимого на кластеризацию данных, – в нашей задаче нивелировался тем, что мы имели дело с одномерным числовым массивом фиксированной длины ($n = 85$ по количеству субъектов Российской Федерации), что обеспечило быструю сходимость метода.

Для задачи ранжирования и группировки субъектов РФ по приоритетному показателю загрязнения атмосферного воздуха мы

взяли за основу классификацию городов страны по Г.М. Лаппо [47] и модифицировали ее, установив соответствие между численностью населения, подверженного антропогенной нагрузке, в тыс. чел. и категорией, характеризующей уровень антропогенной нагрузки, в баллах (табл. 5.4.)

Таблица 5.4. Группировка субъектов РФ по приоритетному показателю загрязнения атмосферного воздуха

Показатель A_i, тыс. чел.	**Балл**
≥2000 (эквивалентно населению городов-мультимиллионеров)	5
от 1000 (включ.) до 2000 (эквивалентно населению крупнейших городов)	4
от 500 (включ.) до 1000 (эквивалентно населению крупных городов)	3
от 250 (включ.) до 500 (эквивалентно населению больших городов)	2
<250 (эквивалентно населению средних и малых городов)	1

На заключительном этапе алгоритма группировка субъектов РФ проводилась следующим образом. К категории субъектов с очень высоким уровнем антропогенной нагрузки были отнесены субъекты, суммарный балл которых по трем природным средам принадлежал диапазону [12,15], с высоким – [9,11], со средним – [7,8]; с умеренным – [5,6]; с низким – [1,4].

Для удобства интерпретации результатов расчета балльных оценок уровня антропогенной нагрузки в субъектах РФ была выполнена графическая (в виде картосхем) визуализация результатов по субъектам Российской Федерации для отдельных природных сред и для окружающей среды в целом.

При сравнении субъектов РФ по уровню антропогенной нагрузки были также построены таблицы, характеризующие субъекты по пяти выделенным категориям. Для их построения и анализа использовались как значения официальных статистических показателей, так и приоритетных, рассчитанных по данным мониторинга Росгидромета.

Предлагаемый подход позволяет на единой методической основе сравнивать субъекты РФ с учетом степени их урбанизации, промышленной освоенности, основываясь на данных мониторинга загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях. Гибкость разработанного алгоритма дает возможность ежегодного выполнения комплексной оценки, модификации показателей загрязнения отдельных природных сред и увеличения пространственной детализации (административные районы или группы административных районов), изменения числа категорий при ранжировании.

5.5. Оценка уровней загрязнения природных сред по регионам РФ

В данной главе представлены результаты расчета приоритетных показателей для атмосферного воздуха, поверхностных пресных вод и почвенного покрова по субъектам и федеральным округам РФ, а также выполнено сравнение указанных административно-территориальных единиц по уровню антропогенной нагрузки на природные среды.

Результаты расчетов визуализированы в виде картосхем по субъектам РФ. Расположение субъектов Российской Федерации показано на рис. 5.3, их перечень приведен в табл. 5.5 [42].

Визуализация полученных результатов выполнена по пятибалльной шкале (см. табл. 5.3), в соответствии с алгоритмом, описанным в предыдущей главе.

Следует отметить, что во всех расчетах г. Москва рассматривался совместно с Московской областью, г. Санкт-Петербург – с Ленинградской областью. В связи с тем, что Красноярский край и Республика Саха (Якутия) – крупнейшие по территории субъекты с очень низкой плотностью населения, то каждый из них был разделен на части. В Красноярском крае по границам административных районов были выделены северная, центральная и южная территории субъекта, а также отдельно территория вокруг г. Норильск, в Республике Саха (Якутия) – северная и южная (табл. 5.6).

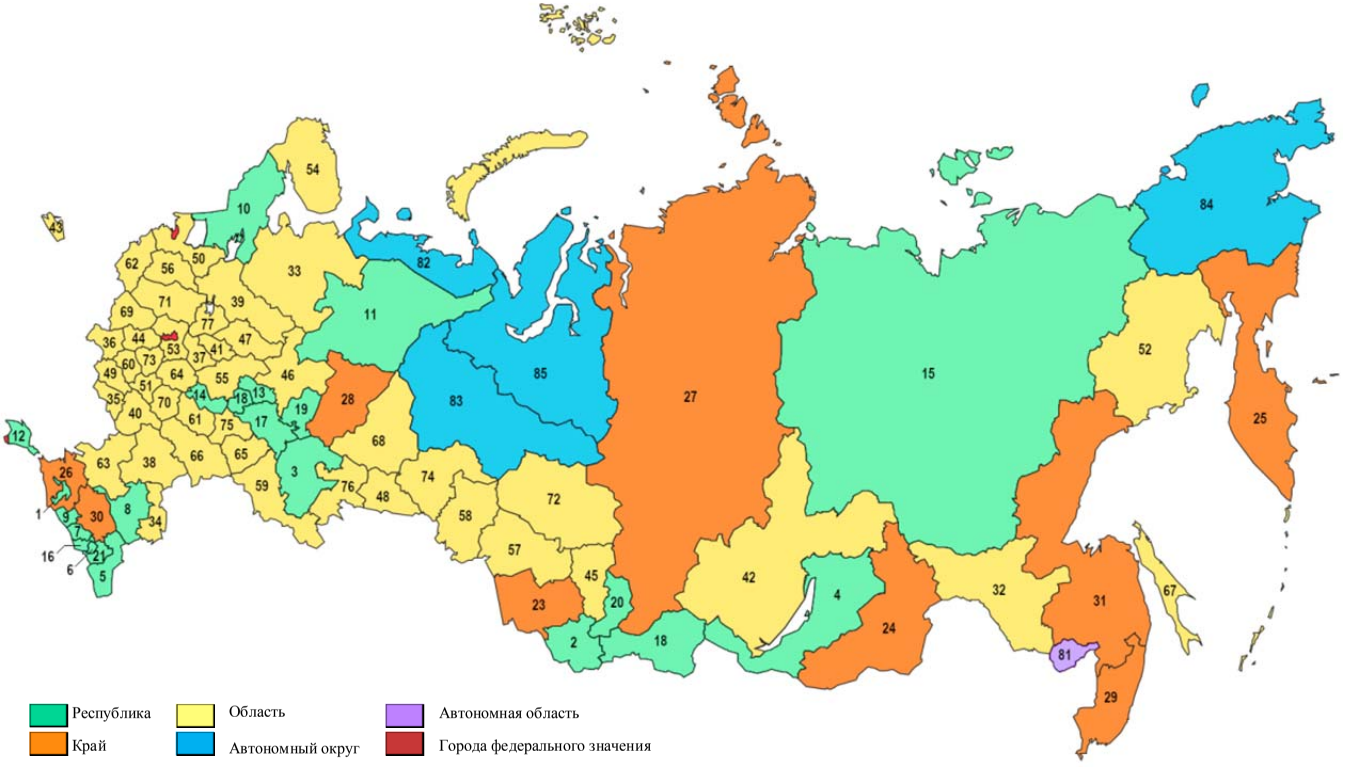


Рис. 5.3. Субъекты Российской Федерации

Таблица 5.5. Перечень субъектов РФ*

№	Субъект Российской Федерации	Округ
	Республики	
1	Адыгея	Ю
2	Алтай	С
3	Башкортостан	П
4	Бурятия	С
5	Дагестан	СК
6	Ингушетия	СК
7	Кабардино-Балкарская	СК
8	Калмыкия	Ю
9	Карачаево-Черкесская	СК
10	Карелия	СЗ
11	Коми	СЗ
12	Крым	Ю
13	Марий Эл	П
14	Мордовия	П
15	Саха (Якутия)	ДВ
16	Северная Осетия - Алания	СК
17	Татарстан	П
18	Тыва	С
19	Удмуртская	П
20	Хакасия	С
21	Чеченская	СК
22	Чувашская	П
	Края	
23	Алтайский	С
24	Забайкальский	С
25	Камчатский	ДВ
26	Краснодарский	Ю
27	Красноярский	С
28	Пермский	П
29	Приморский	ДВ
30	Ставропольский	СК
31	Хабаровский	ДВ
	Области	
32	Амурская	ДВ
33	Архангельская	СЗ
34	Астраханская	Ю
35	Белгородская	Ц
36	Брянская	Ц
37	Владимирская	Ц
38	Волгоградская	Ю
39	Вологодская	СЗ
40	Воронежская	Ц
41	Ивановская	Ц
42	Иркутская	С
43	Калининградская	СЗ
44	Калужская	Ц
45	Кемеровская	С
46	Кировская	П
47	Костромская	Ц
48	Курганская	У
49	Курская	Ц
50	Ленинградская	СЗ
51	Липецкая	Ц
52	Магаданская	ДВ
53	Московская	Ц
54	Мурманская	СЗ
55	Нижегородская	П
56	Новгородская	СЗ
57	Новосибирская	С
58	Омская	С
59	Оренбургская	П
60	Орловская	Ц
61	Пензенская	П
62	Псковская	СЗ
63	Ростовская	Ю
64	Рязанская	Ц
65	Самарская	П
66	Саратовская	П
67	Сахалинская	ДВ
68	Свердловская	У
69	Смоленская	Ц
70	Тамбовская	Ц
71	Тверская	Ц
72	Томская	С
73	Тульская	Ц
74	Тюменская	У
75	Ульяновская	П
76	Челябинская	У
77	Ярославская	Ц
	Города федерального значения	
78	Москва	Ц
79	Санкт - Петербург	СЗ
80	Севастополь	Ю
81	Еврейская автономная область	ДВ
	Автономные округа	
82	Ненецкий	СЗ
83	Ханты-Мансийский	У
84	Чукотский автономный	ДВ
85	Ямало-Ненецкий	У
Федеральные округа: Ц – Центральный, СЗ – Северо-Западный, Ю – Южный, СК – Северо-кавказский, П – Приволжский, У – Уральский, С – Сибирский, ДВ – Дальневосточный**		

* Субъекты пронумерованы согласно Конституции РФ (гл. 3 «Федеративное устройство», ст. 65). См. также главу 2, раздел 2.1 [42].

** В состав Дальневосточного федерального округа включены субъекты на основе Указа Президента Российской Федерации от 10.05.2015 № 239 «О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849»

Таблица 5.6. Территориальное деление Красноярского края и Республики Саха (Якутия)

Территориальная часть субъекта	Муниципальные районы субъекта*
Красноярский край	
Территории вокруг г. Норильск	Зона двукратного превышения над фоновыми значениями загрязняющих веществ в почве вокруг г. Норильск
Север	Таймырский Долгано-Ненецкий
Центр	Енисейский Северо-Енисейский Туруханский Эвенкийский
Юг	остальные районы
Республика Саха (Якутия)	
Север	Абыйский Аллаиховский Анабарский национальный (долгано-эвенкийский) Булунский Верхнеколымский Верхоянский Жиганский национальный Кобяйский Момский Нижнеколымский Оймяконский Оленекский эвенкийский национальный Эвенкийский национальный Среднеколымский Томпонский Усть-Янский Эвено-Бытантайский национальный
Юг	остальные районы

* муниципальные районы субъекта включают в себя городские округа, которые находятся на их территории и не рассматриваются в данной монографии отдельно

Численность населения, проживающего на определенной территории, является немаловажным показателем, определяющим антропогенную нагрузку на различные природные среды. Для получения наиболее полной характеристики

нагрузки, вызываемой данным фактором, были рассмотрены общая численность населения и численность городского населения по субъектам и федеральным округам РФ.

По данным Росстата на 1 января 2017 г. **общая численность населения** РФ составляет 146,8 млн. чел. На рис. 5.4 показано распределение численности населения по субъектам РФ.

При группировке субъектов РФ по общей численности населения к *первой категории* (с наибольшей численностью) были отнесены 21 субъект РФ и южная часть Красноярского края. На данных территориях, суммарная площадь которых составляет 3,2 млн. км^2 (менее пятой части территории России), проживает 90 млн. чел. (61,2% от общей численности населения России). При этом численность населения изменяется от 2,3 (республика Крым, Воронежская область) до 19,8 млн. чел. (Московская область, включая г. Москву).

Ко *второй и третьей категории* отнесены 47 субъектов РФ и южная часть Якутии, суммарная площадь которых составляет 7,8 млн. км^2 (45,4%), а численность населения – 53 млн. чел. (около 36,1%), варьируясь от 536 тыс. (Ямало-Ненецкий автономный округ) до 2 млн. чел. (Оренбургская область).

Четвертая категория представлена 7 субъектами РФ, численность населения которых составляет 2% общей численности населения России и изменяется от 278 (республика Калмыкия) до 487 тыс. чел. (Сахалинская область). Суммарная площадь территорий этих субъектов не превышает 1 млн. км^2 (4,8%).

К *пятой категории* отнесены 5 субъектов, северная часть республики Саха (Якутия), а также северная и центральная части Красноярского края, совокупная численность населения которых составляет менее 1% общей численности страны и варьируется от 44 (Ненецкий автономный округ) до 217 тыс. чел. (республика Алтай). При этом территории, отнесенные к пятой категории, занимают суммарно 31,2% от общей площади РФ.

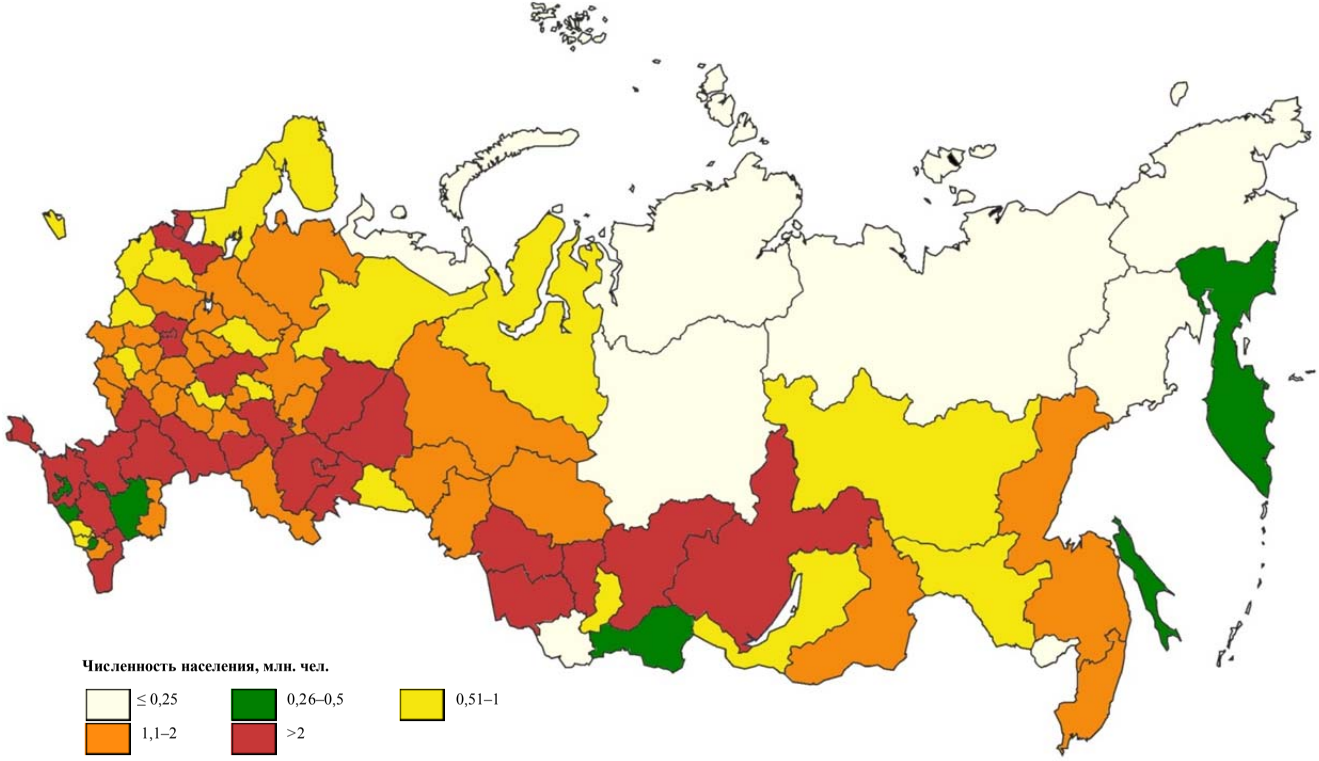


Рис. 5.4. Распределение численности населения по субъектам РФ (по данным Росстата на 01.01.2017 г.)

Как ранее указывалось в главе 2, анализ численности населения по федеральным округам показал, что самым заселенным является Центральный федеральный округ (39 млн. чел.), обладая при этом площадью всего 650 тыс. км^2 (4% площади РФ). Наибольшая площадь территорий приходится на Дальневосточный федеральный округ (6 млн. км^2, третья часть территории России), который является наименее заселенным (6,2 млн. чел.). Распределение численности населения по федеральным округам РФ, с учетом выполненной пятибалльной оценки, представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7. Распределение численности населения по федеральным округам РФ по данным на 01.01.2017 г.

Показатели	Категория	Федеральные округа								Итого, %
		ДВ	П	СЗ	С	У	Ц	Ю	СК	
Численность населения, млн. чел.	**1**	–	19,51	7,07	12,78	7,83	22,14	14,68	5,85	**61,2**
	2	3,26	8,63	2,31	4,13	3,12	14,71	1,02	1,42	**26,3**
	3	1,66	1,49	4,48	1,52	1,39	2,36	–	1,57	**9,9**
	4	0,80	–	–	0,32	–	–	0,73	0,95	**1,9**
	5	0,46	–	0,04	–	–	–	–	–	**0,7**
Итого, %:		**4,2**	**20,2**	**9,5**	**13,1**	**8,4**	**26,7**	**11,2**	**6,7**	**100**
Площадь территории, тыс. км^2	**1**	–	602,3	85,3	1678,6	282,8	99,1	316,4	116,5	**18,6**
	2	952,3	385,1	557,6	887,4	694,9	416,5	49	15,6	**23,1**
	3	1492,4	49,5	867,2	412,9	840,8	134,7	–	20,5	**22,3**
	4	551,4	–	–	168,6	–	–	82,5	17,9	**4,8**
	5	3173,3	–	176,8	1997,4	–	–	–	–	**31,2**
Итого, %:		**36,0**	**6,1**	**9,9**	**30,0**	**10,6**	**3,8**	**2,6**	**1,0**	**100**

Доля **городского населения** составляет 74,3% (109 млн. чел.) от общей численности населения РФ. При группировке субъектов РФ по численности городского населения (рис. 5.5) к *первой категории* антропогенной нагрузки были отнесены 12 субъектов РФ. На территории этих субъектов находится треть всех городов Российской Федерации. Численность городского населения в городах на территории субъектов, отнесенных к *первой категории*, варьируется от 2,2 млн. (Новосибирская область) до 18,3 млн. (Московская область, включая г. Москву) и составляет 52 млн. чел.

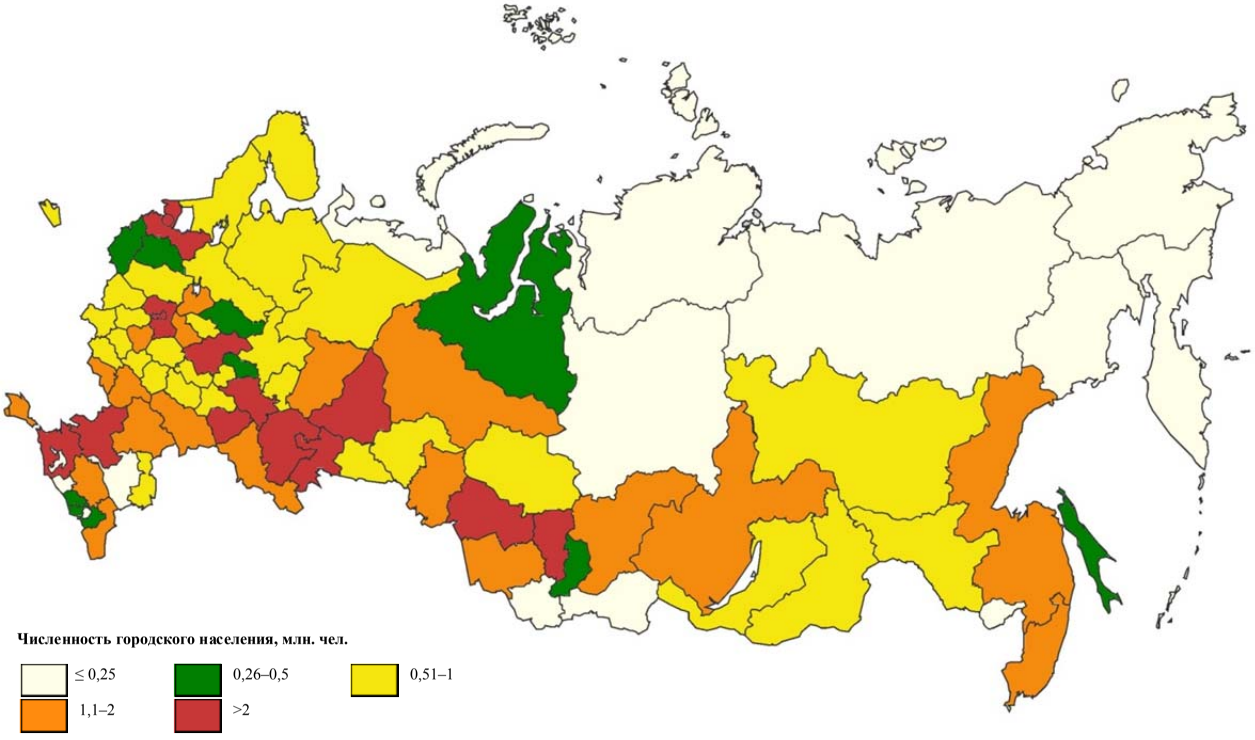


Рис. 5.5. Распределение численности городского населения по субъектам РФ (по данным Росстата на 01.01.2017 г.)

Ко *второй и третьей категориям* отнесены 47 субъектов РФ, а также южные части Красноярского края и Республики Якутия (Саха). Численность городского населения в субъектах данных категорий изменяется от 503 тыс. (республика Карелия) до 2 млн. чел. (Пермский край) и составляет 50,4 млн. чел.

Четвертая категория представлена 10 субъектами РФ, суммарная численность городского населения которых составляет 4,4 млн. чел., варьируясь от 371 (республика Хакасия) до 492 тыс. чел. (Чеченская республика).

В *пятую категорию* включены 11 субъектов, а также северная и центральная части Красноярского края и север республики Саха (Якутия), в городах которых проживает менее 2 млн. чел. Численность городского населения пятой категории варьируется от 32 в Ненецком автономном и 246 тыс. чел. в Камчатском крае.

Распределение численности городского населения по федеральным округам, повторяет распределение общей численности населения – наибольшая численность городского населения характерна для Центрального федерального округа, наименьшая – для Дальневосточного (рис. 5.5, табл. 5.8).

Таблица 5.8. Распределение численности городского населения и числа городов по федеральным округам РФ

Показатели	Категория	Федеральные округа								Итого, %
		Ц	СЗ	Ю	СК	П	У	С	ДВ	
Численность городского населения, млн. чел.	**1**	18,29	6,43	5,92	–	10,64	6,56	4,52	–	**48,0**
	2	5,86	–	3,32	3,01	5,06	1,52	6,59	2,58	**25,6**
	3	7,57	4,36	0,68	–	5,11	1,50	2,09	1,13	**20,6**
	4	0,47	0,89	–	1,39	0,45	0,45	0,37	0,40	**4,1**
	5	–	0,03	0,34	0,40	–	–	0,53	0,58	**1,7**
Итого, %:		**29,5**	**10,8**	**9,4**	**4,4**	**19,5**	**9,2**	**12,9**	**4,3**	**100**
Количество городов в субъекте	**1**	74	32	49	–	83	77	34	–	**31,4**
	2	79	–	36	29	55	16	58	19	**26,3**
	3	138	89	6	–	57	14	22	21	**31,2**
	4	12	24	–	19	4	8	5	15	**7,8**
	5	–	1	5	8	–	–	11	12	**3,3**
Итого, %:		**27,3**	**13,1**	**8,6**	**5,0**	**17,9**	**10,4**	**11,7**	**6,0**	**100**

Анализ доли городского населения в федеральных округах показывает, что наибольшее отношение численности городского населения к общей численности округа характерно для Северо-Западного, Уральского и Центрального округов (рис. 5.6).

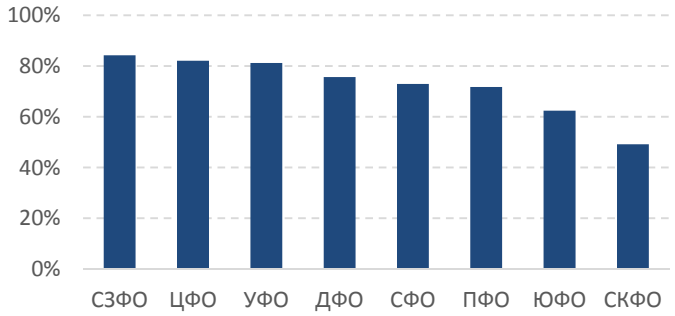


Рис. 5.6. Доля городского населения в федеральных округах (по данным Росстата на 01.01.2017)

Атмосферный воздух

По данным государственного мониторинга состояния и загрязнения атмосферного воздуха превышения ПДК в атмосферном воздухе ежегодно регистрируются на урбанизированных территориях и в промышленных центрах страны по таким примесям, как взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, сероводород, сероуглерод, фенол, фторид водорода, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, бенз(а)пирен. Во всех городах России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)-пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива. По данным Росгидромета тенденция изменения загрязнения воздуха за период 2012-2016 гг. показывает снижение среднегодовых концентраций таких приоритетных примесей, как оксида углерода, диоксида азота и оксида азота на 17–19%, взвешенных веществ – на 7%, диоксида серы – на 14%, бенз(а)пирена – на 30%. Уровень загрязнения формальдегидом существенно не изменился. При этом за тот же период суммарное количество выбросов от стационарных и передвижных источников NO_x (в пересчете на NO_2) и оксида

углерода практически не изменилось, твердых веществ снизилось на 26%, а диоксида серы – на 7%. Выбросы от стационарных источников бенз(а)пирена снизились только на 2%. Однако реальных изменений уровня загрязнения воздуха не происходит, воздух не становится чище. Трехкратное увеличение значения ПДК (среднесуточного) формальдегида позволило предприятиям увеличить выбросы, не превышая нормы воздействия. Это привело к заметному повышению (на 28% за последние 5 лет) количества выбросов формальдегида, что в дальнейшем будет способствовать росту загрязнения воздуха этой примесью [60, 94].

Анализ изменения фонового содержания приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за последние 10-15 лет показал, что фоновое содержание антропогенных примесей в воздухе остается низким [60, 61].

В целом по России наиболее загрязнен воздух в городах центра Европейской территории России, Сибири, Дальнего Востока, Урала и Приуралья.

По данным ГГО за 10-летний период (2007-2016 гг.) количество городов с высоким и очень высоким загрязнением воздуха снизилось в 3 раза (табл. 5.9). До 2014 г. наибольшее количество таких городов отмечалось в ряде федеральных округов: Приволжском, Сибирском и Центральном, с 2014 г. (после введения нового среднесуточного ПДК формальдегида) – только в Сибирском. В 2014-2016 гг. в Центральном, Южном, Уральском и Дальневосточном федеральных округах количество городов, в которых ИЗА>7, отмечалось на порядок меньше, чем в предыдущие годы, а в Северо-Западном и Приволжском данный показатель загрязнения атмосферного воздуха в 2016 г. стал равен нулю, что не отражает реальной ситуации загрязнения атмосферного воздуха на урбанизированных территориях в стране, поскольку в 71% городов с регулярными наблюдениями формальдегид является приоритетным веществом и используется при расчете комплексного ИЗА.

В 2016 гг. 20 городов России с общим количеством жителей в них более 4 млн. чел. были отнесены к городам с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, для которых

комплексный ИЗА достигает или превышает 14 единиц. В 19 городах очень высокий уровень загрязнения воздуха связан со значительными концентрациями бенз(а)пирена, в 10 – сверхнормативными среднегодовыми концентрациями взвешенных веществ, в 7 – формальдегида, в 4 – диоксида азота, в 3 – приземного озона, в 1 – сероуглерода, аммиака и оксида азота. Эти вещества являются для указанных городов приоритетными и обуславливают очень высокий уровень загрязнения атмосферы в них.

Таблица 5.9. Распределение количества городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (ИЗА>7) по федеральным округам РФ (по данным ГГО)

Федеральные округа*	**2007**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Центральный	18	19	17	2	1	3
Северо-Западный	11	7	7	1	1	0
Южный	10	11	11	2	3	2
Северо-Кавказский	3	3	1	2	2	2
Приволжский	32	32	28	3	1	0
Уральский	14	17	16	8	9	6
Сибирский	30	33	26	24	19	24
Дальневосточный	17	16	17	9	8	7
Российская Федерация	**135**	**138**	**123**	**51**	**44**	**44**

* состав федеральных округов определялся на 01.01.2017 г.

Необходимо отметить, что в 2014-2016 гг. все города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ИЗА≥14) были расположены на АТР, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей климатическими условиями. Сложившиеся погодные и синоптические условия, сопровождавшиеся мощными приземными инверсиями, застоями воздуха и туманами, приводили к накоплению примесей у поверхности

земли, что и явилось результатом роста уровня загрязнения воздуха данных городов [94].

В данной монографии сравнительная оценка субъектов РФ по уровню антропогенной нагрузки на атмосферный воздух выполнена учетом количества населения городов, которые расположены на территории субъекта и в которых проводятся наблюдения Росгидромета за загрязнением атмосферного воздуха (табл. 5.10, рис. 5.7).

Таблица 5.10. Распределение количества субъектов по уровню антропогенной нагрузки

Категория	Антропогенная нагрузка	Кол-во субъектов		Площадь, тыс. км^2		Кол-во городов с ИЗА>7		Суммарный показатель загрязнения воздуха*, экв. млн. чел.	
		2007	2016	2007	2016	2007	2016	2007	2016
1	очень высокая	6	3	536,4	326,5	22	3	25,7	12,9
2	высокая	13[a]	7[a]	2590,0	1752,3	41	20	20,6	11,2
3	средняя	22	11	3128,4	2538,8	36	11	14,2	7,4
4	умеренная	20[b,c]	13[c]	3609,5	1724,9	29	4	7,5	4,3
5	низкая	15[d]	41[b,d]	5230,8	6812,3	8	6	1,7	4,6

В том числе:

[a] юг Красноярского края

[b] юг Якутии

[c] территории вокруг г. Норильск

[d] центральная часть Красноярского края и Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район

* рассчитывается как $\sum_{i=1}^{m} A_{ij}$, где A_{ij} – величина приоритетного показателя загрязнения атмосферного воздуха для i субъекта в j категории, m – количество субъектов в j категории

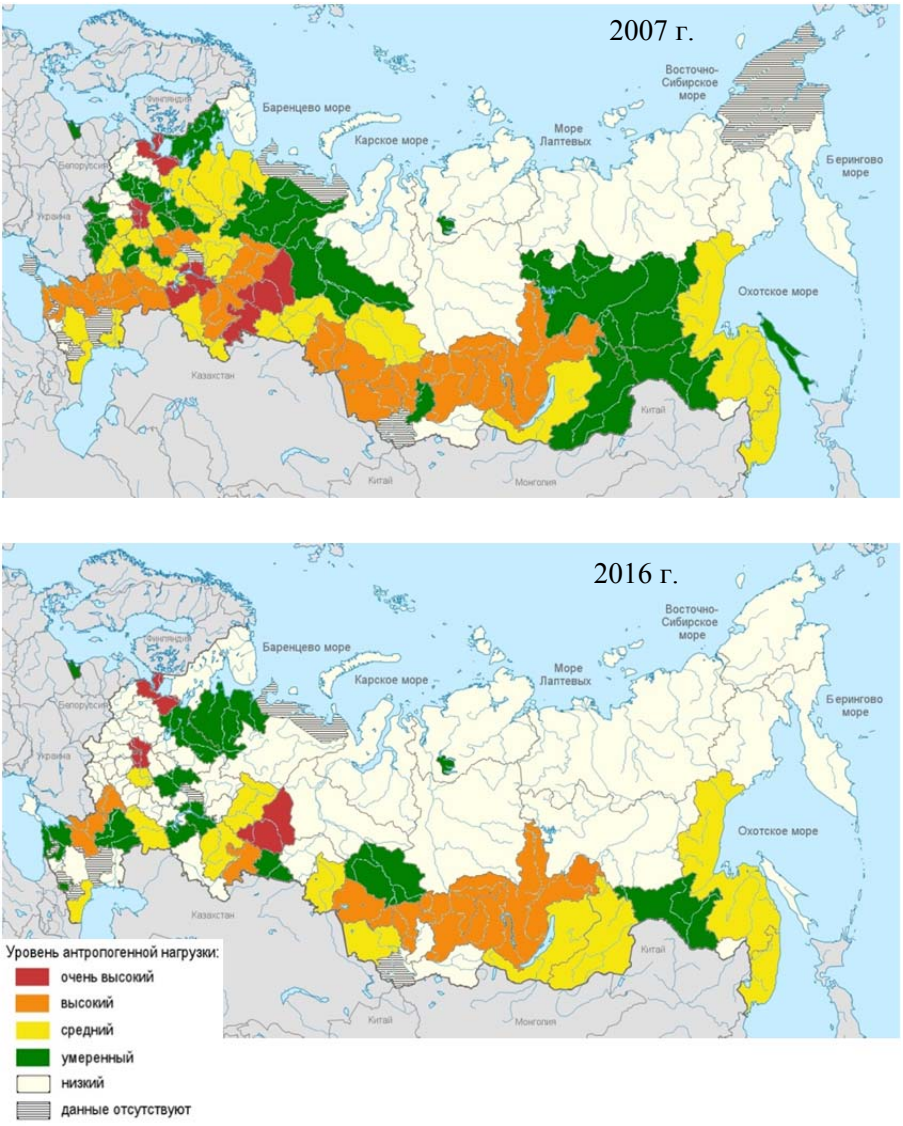


Рис. 5.7. Оценка уровня антропогенной нагрузки на атмосферный воздух урбанизированных территорий субъектов РФ по данным мониторинга Росгидромета

Анализ результатов сравнительной балльной оценки субъектов РФ по уровню антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в городах в 2007 и 2016 гг. показал, что очень высокий уровень антропогенной нагрузки характерен для урбанизированных территорий Московской (включая г. Москву), Ленинградской (включая г. Санкт-Петербург) и Свердловской областей, а для ряда субъектов стабильно выявлялись высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха (табл. 5.11).

Таблица 5.11. Перечень субъектов РФ с высоким и очень высоким уровнем антропогенной нагрузки на атмосферный воздух урбанизированных территорий

Антропогенная нагрузка	2007 г.	2016 г.
очень высокая	Московская область Ленинградская область Свердловская область	
	Челябинская область Самарская область Республика Татарстан	
высокая	Иркутская область Кемеровская область юг Красноярского края Новосибирская область Ростовская область	
	Алтайский край Республика Башкортостан Волгоградская область Краснодарский край Нижегородская область Омская область Пермский край Саратовская область	Воронежская область Челябинская область

Почвенный покров

В результате систематического осаждения загрязняющих веществ из атмосферы, отложений бытовых и промышленных загрязнителей, их ветрового переноса и вывоза отходов, вокруг городов за многолетний период формируются зоны хронического загрязнения. Они охватывают городскую и промышленную зас-

тройку, пригородные территории, и занимают площади, в несколько раз превышающие территорию города. Каждый город, в силу своего техногенного воздействия, влияет на окружающую среду, вызывает аномальное разрушение естественного фона. Существующая вокруг любого города кайма запылений, отличающая сферу городского влияния от фоновых условий, объективно отражает скрытое влияние города на среду его обитания. Подобный же эффект дают автомобильные и железные дороги с интенсивным движением. Методика ГГИ позволяет оценивать размеры площадей, подверженных хроническому загрязнению кумулятивного типа комплексного состава в сфере влияния городов и дорог. Методика была разработана на примерах городов, расположенных в областях субарктического и бореального климата, где фоном для загрязненных ореолов служил снежный покров [72-77].

Сравнительная оценка субъектов РФ по уровню антропогенной нагрузки на почвенный покров урбанизированных территорий была выполнена по результатам расчета для каждого субъекта отношения площадей: зоны хронического загрязнения почвенного покрова токсикантами промышленного происхождения вокруг городов субъекта к территории всего субъекта, – и последующего ранжирования и группировки субъектов в зависимости от величины полученного показателя (рис. 5.8, табл. 5.12).

Наибольший уровень антропогенной нагрузки (*первая категория*) на почвенный покров сформировался вокруг городов Московской и Тульской областей и г. Норильск, суммарная площадь которых составляет 82,6 тыс. км^2. На урбанизированных территориях субъектов РФ, отнесенных к первой категории, проживает 18,0 % городского населения страны.

Ко *второй категории*, характеризующейся высоким уровнем хронического загрязнения почвенного покрова урбанизированных территорий, были отнесены 6 субъектов РФ. Более четверти территории каждого из этих субъектов хронически загрязнены токсикантами промышленного происхождения. Хронически загрязняемая суммарная площадь территорий вокруг городов этих субъектов составляет 116,9 тыс. км^2 (суммарная площадь территорий – 415,5 тыс. км^2). На урбанизированных территориях субъек-

тов РФ, отнесенных ко второй категории загрязнения, проживает 9,5 % городского населения страны.

В *третью категорию* были объединены 13 субъектов, которые характеризуются средним уровнем загрязнения почвенного покрова вследствие антропогенной деятельности и на территории которых проживают 17,9 % городского населения страны. Хронически загрязняемая площадь территорий вокруг городов этих субъектов составляет 119 тыс. км^2 (суммарная площадь территорий – 686,9 тыс. км^2).

К *четвертой категории* были отнесены 28 субъектов РФ и юг Красноярского края, суммарная площадь которых составляет 2,3 млн. км^2. Зона хронического загрязнения почвенного покрова в данной категории занимает территории общей площадью 192,1 тыс. км^2, где проживает 35,1 % городского населения страны.

Минимальную антропогенную нагрузку (*пятая категория*) на почвенный покров испытывали урбанизированные территории 31 субъекта, северная и центральная части Красноярского края общей площадью 13,6 млн. км^2, при этом суммарная площадь хронического загрязнения составила 1% территорий данных субъектов.

Наибольшие доли хронического загрязнения приходятся на Центральный и Южный федеральные округа РФ – 19,4 и 10,9 % площади округа соответственно (см. табл. 5.2). Однако наибольшие площади хронического загрязнения сформировались на урбанизированных территориях субъектов Сибирского федерального округа – 152,4 тыс. км^2, что составляет четверть всех территорий, хронически загрязненных токсикантами промышленного происхождения (рис. 5.9).

Эти площади сформировались, в основном, в результате многолетних выбросов загрязняющих веществ предприятиями городов Норильск, Красноярск, Иркутск, Новосибирск, Кемерово. Норильский промышленный узел является самым крупным источником загрязнения атмосферы в России. В 2016 г. эмиссия диоксида серы составляла 43 % (1,8 млн. тонн в год) от выбросов этого загрязнителя в атмосферный воздух по всей территории Российской Федерации (4,1 млн. тонн в год).

Рис. 5.8. Хроническое загрязнение почвенного покрова урбанизированных территорий субъектов РФ токсикантами промышленного происхождения

Таблица 5.12. Перечень субъектов РФ, зоны хронического загрязнения которых токсикантами промышленного происхождения превышают 13% площади территории субъекта

Субъекты РФ	Площади зон хронического загрязнения		Уровень антропогенной нагрузки
	км^2	%	
Центральный ФО			
Московская область	28 200	60,1	очень высокий
Тульская область	15 300	59,6	очень высокий
Владимирская область	8 800	30,2	высокий
Рязанская область	10 700	27,0	высокий
Ивановская область	3 750	17,5	средний
Липецкая область	4 200	17,5	средний
Смоленская область	8 700	17,5	средний
Ярославская область	6 150	17,0	средний
Тверская область	12 850	15,3	средний
Калужская область	4 300	14,4	средний
Белгородская область	3 600	13,3	средний
Южный ФО			
Ростовская область	25 300	25,1	высокий
Краснодарский край	10 500	13,9	средний
Северо-Кавказский ФО			
Р. Северная Осетия - Алания	1 700	21,3	средний
Приволжский ФО			
Самарская область	9 120	17,0	средний
Р. Татарстан	9 800	14,4	средний
Северо-Западный ФО			
Калининградская область	2 300	15,2	средний
Уральский ФО			
Челябинская область	30 140	34,0	высокий
Свердловская область	42 000	21,6	средний
Сибирский ФО			
Территории вокруг г. Норильск	8 820	88,2	очень высокий
Р. Хакасия	17 700	28,7	высокий
Кемеровская область	24 270	25,4	высокий

Рис. 5.9. Хронически загрязненные территории федеральных округов РФ токсикантами промышленного происхождения (% от общей площади загрязненной территории РФ)

Поверхностные воды

На большей части водных объектов страны за последние 10 лет наметилась тенденция к стабилизации уровня загрязненности воды по большинству компонентов химического состава [95]. Несмотря на устойчивую тенденцию снижения сброса сточных вод по данным Росстата за период 2007-2016 гг., адекватного снижения уровня загрязнения поверхностных вод не наблюдается и, как правило, ниже городов поверхностные воды по качеству относятся к грязным или очень грязным. В значительной степени это обстоятельство связано с тем, что в связи со старением основных фондов наблюдается крайне низкая очистка промышленных и жилищно-коммунальных вод, рост числа случаев несанкционированных сбросов загрязненных сточных вод, что приводит к формированию высоких (ВЗ) и экстремально высоких (ЭВЗ) уровней загрязнения поверхностных пресных вод.

За период 2007-2016 гг. наибольшее количество случаев ВЗ и ЭВЗ ежегодно регистрировалось в Уральском федеральном округе (рис. 5.10).

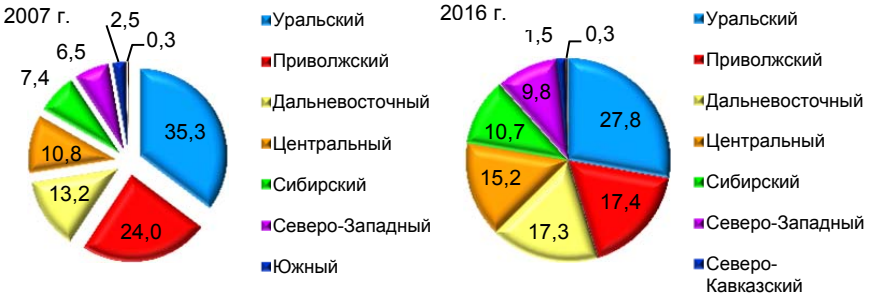


Рис. 5.10. Распределение количества случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных пресных вод по федеральным округам РФ, %

В данной монографии сравнительная оценка уровня антропогенной нагрузки на поверхностные пресные воды субъектов РФ выполнена учетом количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод, регистрируемых территориальными подразделениями Росгидромета ежегодно в течение периода с 2007-2016 гг. (табл. 5.13, рис. 5.11).

Таблица 5.13. Распределение количества, суммарной территории и населения субъектов по уровню антропогенной нагрузки

Категория	Антропогенная нагрузка	Кол-во субъектов		Площадь, млн. км^2		Население, млн. чел.		Городское население, млн. чел.	
		2007	2016	2007	2016	2007	2016	2007	2016
1	очень высокая	1	1	0,2	0,2	4,4	4,3	3,7	3,7
2	высокая	1	2	0,1	0,8	3,4	21,1	2,7	19,4
3	средняя	3	6	0,4	1,4	21,9	14,6	19,4	11,8
4	умеренная	10	8	2,4	1,1	10,8	11,2	8,0	8,0
5	низкая	35	36	11,8	11,0	66,2	57,1	47,4	41,1

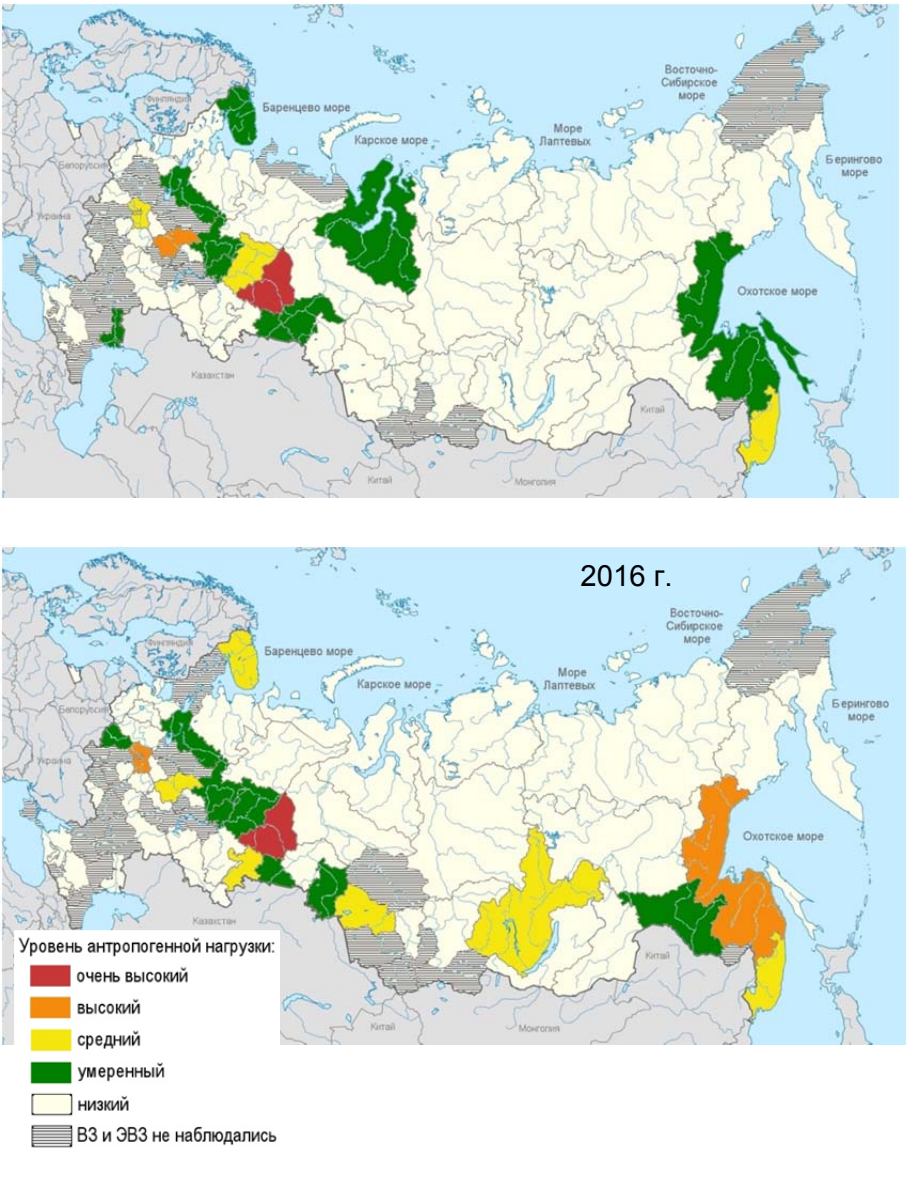


Рис. 5.11. Загрязнение поверхностных пресных вод на урбанизированных территориях субъектов РФ по данным мониторинга Росгидромета

Анализ результатов сравнительной оценки субъектов РФ по уровню загрязнения поверхностных пресных вод в 2007 и 2016 гг. показал, что, на большей части (> 60 %) территории страны поверхностные пресноводные объекты испытывают минимальную антропогенную нагрузку. Наиболее напряженная экологическая обстановка по выбранному приоритетному показателю сложилась в Свердловской области (табл. 5.14.). С 2011 г. высокие уровни антропогенной нагрузки характерны для поверхностных пресноводных объектов Московской области. Особенно необходимо отметить, что список регионов со средним и выше уровнем антропогенной нагрузки к 2016 г. вырос почти в 2 раза.

Таблица 5.14. Перечень субъектов РФ со средним и выше уровнем антропогенной нагрузки на поверхностные пресноводные объекты урбанизированных территорий

Антропогенная нагрузка	**2007 г.**	**2016 г.**
очень высокая	Свердловская область	
высокая	Нижегородская область	Московская область Хабаровский край
средняя	Приморский край	
	Московская область Пермский край	Иркутская область Мурманская область Нижегородская область Новосибирская область Челябинская область

Случаи высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных пресных вод учитываются при комплексной оценке загрязнения водных объектов УКИЗВ, разработанных ФГБУ ГХИ Росгидромета, внося значительный вклад в общую балльную оценку качества вод для ряда участков рек. Высокие и экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод связаны, прежде всего, с изношенностью основных фондов, в том числе, очистных сооружений, а также с ослаблением контроля за работой промышленных предприятий и ЖКХ.

5.6. Оценка уровней загрязнения окружающей среды по комплексному показателю

В соответствии с алгоритмом, описанным выше, показатель комплексной оценки загрязнения окружающей среды на урбанизированных территориях каждого субъекта РФ рассчитывался суммированием баллов оценок загрязнения отдельных природных сред по данному субъекту.

Сравнение результатов комплексной оценки за 2007 и 2016 гг. показало, что количество субъектов, урбанизированные территории которых испытывали минимальную антропогенную нагрузку, за 10-летний период увеличилось и в 2016 г. составило 45 субъектов РФ (в 2007 г. – 32), включая северную и центральную части Красноярского края (рис. 5.12, табл. 5.15). Наиболее загрязненными на протяжении всего рассматриваемого периода 2007-2016 гг. оставались территории Московской (включая г. Москву) и Свердловской областей, где >85% населения проживает в городах, что приводит к повышенной комплексной антропогенной нагрузке.

Детальная характеристика субъектов с очень высоким и высоким уровнем антропогенной нагрузки в 2016 г. по данным мониторинга Росгидромета и официальным статистическим данным приведена в таблице 5.16.

Таблица 5.15. Распределение количества, суммарной территории и населения субъектов по уровню антропогенной нагрузки

Категория	Антропогенная нагрузка	Кол-во субъектов		Площадь, млн. км^2		Население, млн. чел.		Городское население, млн. чел.	
		2007	2016	2007	2016	2007	2016	2007	2016
1	очень высокая	2	2	0,2	0,2	21,5	24,1	19,5	22,0
2	высокая	6	3	0,5	0,4	17,2	9,0	13,8	7,4
3	средняя	17[a]	13[a]	1,9	2,7	44,4	30,2	31,2	23,8
4	умеренная	27	23	4,0	2,7	38,3	42,8	25,6	28,6
5	низкая	32[b]	45[b]	10,5	11,1	20,7	41,2	13,7	27,2

В том числе:

[a] юг Красноярского края и территории вокруг г. Норильск

[b] центральная часть Красноярского края и Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район

Московская область, включая г. Москву, занимает первое место по уровню антропогенной нагрузки на урбанизированные территории. В этих субъектах, занимающих небольшую территорию (0,3 % площади территории РФ), наблюдается наибольшая в стране концентрация городского населения (92 % общей численности населения в Московском регионе).

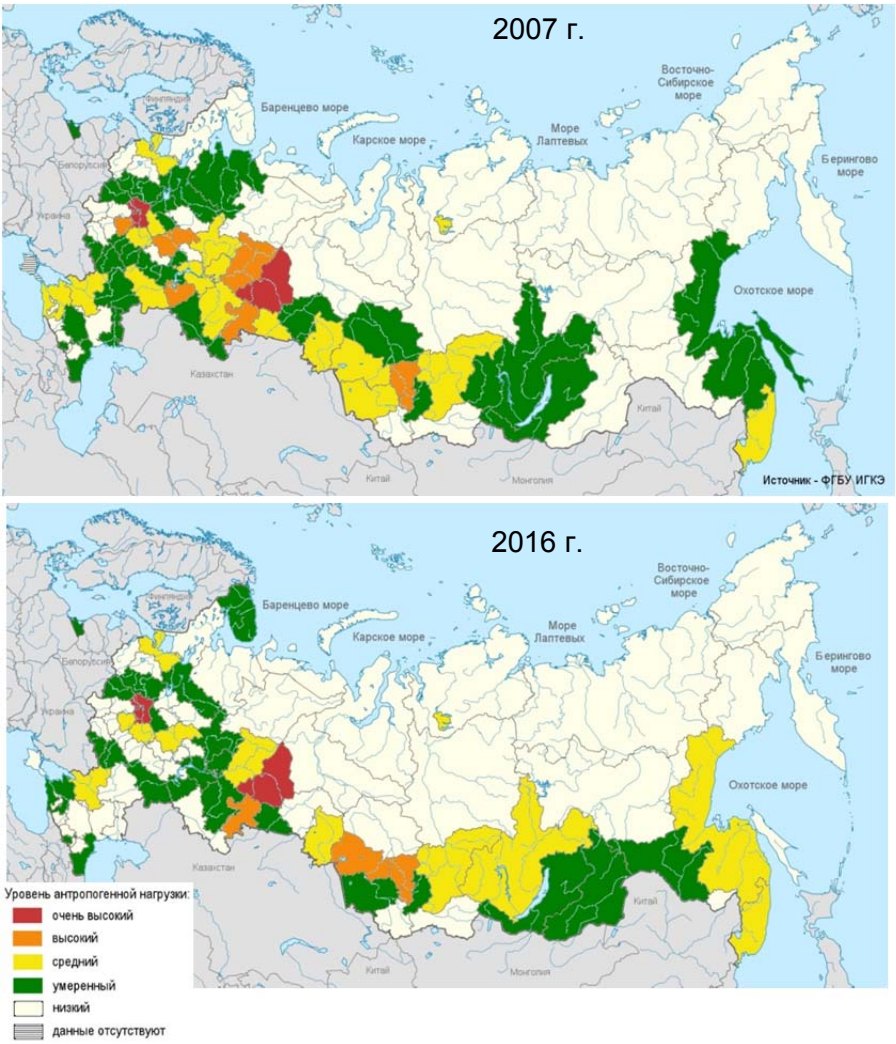


Рис. 5.12. Комплексная оценка загрязнения урбанизированных территорий субъектов РФ по данным мониторинга Росгидромета

Таблица 5.16. Характеристика субъектов РФ с очень высоким (ОВ) и высоким (В) уровнем антропогенной нагрузки на урбанизированные территории в 2016 г.

Субъекты РФ	Уровень антропогенной нагрузки	Данные Росстата						Данные мониторинга Росгидромета		
								Показатели загрязнения природных сред		
		Площадь территории, тыс. км^2	Численность населения, млн. чел.	Число городов	Численность городского населения, млн. чел.	Выбросы загрязняющих веществ, млн. тонн	Сбросы загрязненных сточных вод, км^3	Атмосферный воздух	Поверхностные воды	Почвенный покров
Московская область и г. Москва	ОВ	46,9	19,8	74	18,3	2,1	1,9	7,7	352	60,0
Свердловская область	ОВ	194,3	4,3	47	3,7	1,3	0,6	2,1	637	21,6
Челябинская область	В	88,5	3,5	30	2,9	0,9	0,7	1,9	199	34,1
Кемеровская область	В	95,7	2,7	20	2,3	1,6	0,4	1,5	5	25,4
Новосибирская область	В	177,8	2,8	14	2,2	0,5	0,1	1,7	152	6,5

Несмотря на то, что в Центральном и Уральском федеральных округах расположены субъекты с наиболее напряженной экологической обстановкой, тем не менее наибольшее количество субъектов со средним и высоким уровнем антропогенной нагрузки по комплексному показателю загрязнения окружающей среды в 2016 г. находилось в Сибирском федеральном округе. Детальное сравнение федеральных округов по субъектам показало, что только в Северо-Кавказском федеральном округе все субъекты характеризировались умеренным или низким уровнем антропогенной нагрузки на урбанизированных территориях. Следует отметить,

что во всех округах присутствуют субъекты с низким уровнем загрязнения окружающей среды.

Результаты сравнения комплексной оценки загрязнения урбанизированных территорий субъектов РФ за 2007 и 2016 гг. приведены на рисунке 5.13: показано изменение уровня антропогенной нагрузки на урбанизированные территории субъектов РФ в 2016 г. по сравнению с 2007 г.

Рис. 5.13. Изменение уровня антропогенной нагрузки на урбанизированные территории субъектов РФ (2007 и 2016 гг.)

Для ряда регионов (28) отмечалось улучшение экологической обстановки и снижение уровня антропогенной нагрузки на урбанизированные территории. Лишь в 6 субъектах: Амурской, Иркутской, Мурманской, Новосибирской областях, Забайкальском и Хабаровском краях, – наблюдалось повышение уровня антропогенной нагрузки.

6. ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД РЕГИОНОВ РФ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ И ЕЕ СРАВНЕНИЕ С ОЦЕНКОЙ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА РОСГИДРОМЕТА

Атмосферный воздух

Выбросы загрязняющих веществ промышленными предприятиями косвенно характеризуют антропогенную нагрузку на атмосферный воздух. В настоящее время по данным Росстата по форме «2ТП-воздух» учтено более 1,5 млн. стационарных источников, (включая неорганизованные), имеющихся на предприятиях у юридических лиц. Этот показатель вырос за последнее десятилетие (2007-2016 гг.) на 30%, а с начала века (2000 г.) – на 50% (рис. 6.1). Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и транспортных средств за период 2007-2016 гг. на национальном и региональном уровнях подробно рассмотрена в разделе 3.1. По данным Росстата совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и транспортных средств на территории Российской Федерации за 10-летний период снизился на 11% и в 2016 г. составил 31,6 млн. т., однако на протяжении последних 5 лет изменения данного показателя незначительны.

На рисунке 6.2 показано распределение объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в разрезе субъектов РФ в 2007 и в 2016 гг.

В 2016 г. на территории субъектов РФ с наибольшими объемами выбросов (свыше 1 млн. тонн в год) проживало 28,7 млн. человек, из них 26 млн. чел. – городское население (в 2007 г. – 38,4 и 33,6 млн. чел. соответственно). Суммарная площадь территории этих субъектов составляла 882 тыс. км^2 (в 2007 г. – 2 млн. км^2).

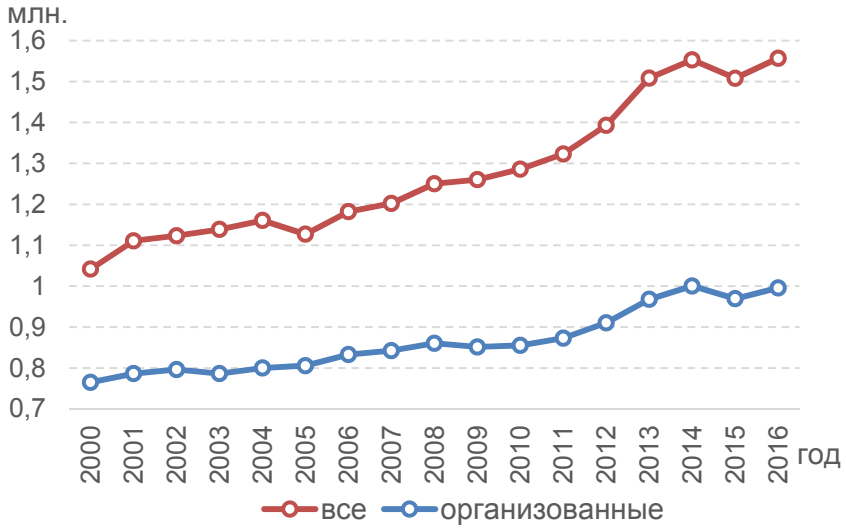


Рис. 6.1. Количество стационарных источников загрязнения атмосферы на конец года, имеющихся у юридических лиц (по данным Росстата)

На территории субъектов общей площадью 5,1 млн. км^2 (в 2007 г. – 4,9 млн. км^2) и суммарным населением 7,7 млн. чел. (в 2007 г. – 4,7 млн. чел.) объемы выбросов загрязняющих веществ не превышали 100 тыс. тонн в год. В 2007 и 2016 гг. доля городского населения данных субъектов составила почти 57 %.

Наибольшие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу характерны для Сибирского федерального округа, наименьшие – для Дальневосточного и Северо-Кавказского (рис. 6.3).

Сравнение оценок загрязнения атмосферы в городах по субъектам РФ, полученных на основании косвенных статистических данных (форма «2ТП-Воздух») и данных мониторинга показывает, что наблюдается существенное различие как в числе, так и в перечне субъектов, которые испытывают максимальную нагрузку от антропогенной деятельности.

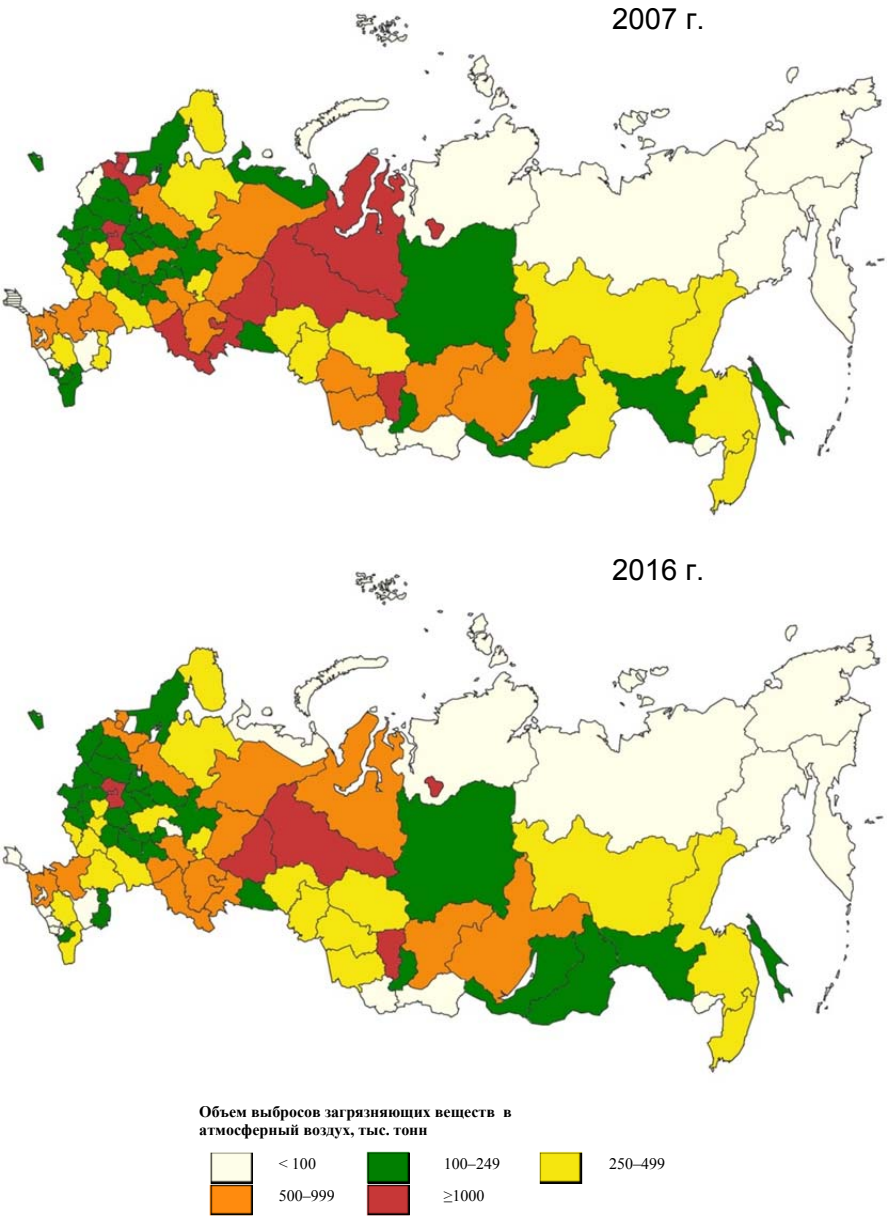


Рис. 6.2. Распределение объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по субъектам РФ (источник данных – Росстат)

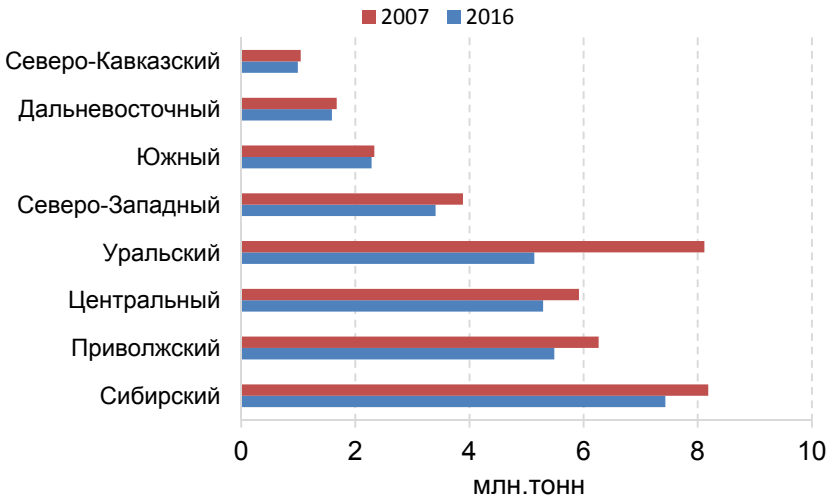


Рис. 6.3. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по федеральным округам РФ за год

Категорирование субъектов РФ по данным о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух не совпадает, за редким исключением, с данными мониторинга. Следует считать более объективной оценку, полученную на основании данных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в городах, поскольку обобщение и анализ этих данных, в отличие от расчетных статистических, проводится с учетом рассеивания примесей и токсичности загрязняющих веществ в соответствии с государственными нормативами.

Сопоставление территорий, хронически загрязняемых токсикантами промышленного происхождения, с территориями, занятыми пашней и лесом

Распаханность территории является одним из показателей степени ее хозяйственного освоения. По данным Росстата общая площадь территории РФ, используемой под пашню, в 2016 г. составляла около 122,7 млн. га (7% территории России). В 15 субъектах РФ под пашни занято более 50% площади

территории субъекта (табл. 6.1). Наиболее распаханными являются следующие субъекты РФ: Курская и Липецкая (65%), Орловская (64%), Тамбовская (62%) области, наименее – Таймырский Долгано-Ненецкий район, входящий в состав Красноярского края (пашня отсутствует), Чукотский, Ненецкий, Ямало-Ненецкий автономные округа с площадью пашни менее 1 тыс. га.

Для получения сравнительной оценки субъектов РФ по степени распаханности их территорий в работе было использовано отношение площади территории, занятой под пашню, к площади территории субъектов по данным Росстата за 2016 г. (рис. 6.4). При ранжировании субъектов РФ методом *k*-средних (*k*-means) по степени распаханности к первой и второй категориям (наибольшая распаханность) были отнесены по 10 субъектов РФ, для которых суммарная площадь пашни составила 29,3 и 29,4 млн. га соответственно. Общая площадь территорий этих субъектов составляет чуть более 6 % территории России.

К третьей категории отнесены 18 субъектов РФ, площадь пашни которых занимает 24-40 % площади субъекта. Общая площадь пашни субъектов третьей категории – 31,5 млн. га. Четвертая категория включает в себя 17 субъектов РФ и юг Красноярского края с суммарной площадью пашни около 50 млн. га. Наименьшая распаханность земель характерна для всех субъектов Дальневосточного округа. Все субъекты РФ, отнесенные по распаханности территории к пятой категории (доля пашни в субъекте – менее 8 %) находятся в природной зоне, для которой характерно очаговое земледелие.

Анализ степени распаханности территории России по федеральным округам показал, что наиболее распаханными являются Южный (44 % территории округа) и Центральный (37 %), наименее распаханными – Северо-Западный (2 %) и Дальневосточный (0,4 %) (рис. 6.5).

При этом наибольшей площадью территории, используемой под пашню, характеризуется Приволжский федеральный округ – 36,3 млн. га, наименьшей – Дальневосточный – 2,8 млн. га (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Перечень субъектов РФ, площадь пашни которых превышает 24 % (по данным Росстата на 1 января 2017 г.)

Субъекты и федеральные округа	Общая площадь	Пашня		Площади зон хронического загрязнения почв	
	км^2	км^2	%	км^2	%
Центральный ФО	**650 205**	**238 440**	**36,7**	**126 150**	**19,4**
Белгородская область	27 134	16 468	60,7	3 600	13,3
Брянская область	34 857	11 589	33,2	3 580	10,3
Воронежская область	52 216	30 468	58,3	4 800	9,2
Ивановская область	21 437	5 661	26,4	3 750	17,5
Калужская область	29 777	9 561	32,1	4 300	14,4
Курская область	29 997	19 433	64,8	3 000	10,0
Липецкая область	24 047	15 539	64,6	4 200	17,5
Московская область и г. Москва	46 890	11 641	24,8	28 200	60,1
Орловская область	24 652	15 701	63,7	2 150	8,7
Рязанская область	39 605	15 352	38,8	10 700	27,0
Смоленская область	49 779	14 618	29,4	8 700	17,5
Тамбовская область	34 462	21 277	61,7	2 670	7,7
Тульская область	25 679	15 550	60,6	15 300	59,6
Северо-западный ФО	**1 686 972**	**34 271**	**2,0**	**51 180**	**3,0**
Калининградская область	15 125	3 931	26,0	2 300	15,2
Южный ФО	**420 876**	**184 645**	**43,9**	**46 070**	**10,9**
Респ. Адыгея	7 792	2 596	33,3	770	9,9
Респ. Крым и г. Севастополь	26 945	12 832	47,6	-	-
Краснодарский край	75 485	39 874	52,8	10 500	13,.9
Волгоградская область	112 877	58 540	51,9	6 000	5,3
Ростовская область	100 967	58 869	58,3	25 300	25,1

Продолжение таблицы 6.1

Субъекты и федеральные округа	Общая площадь	Пашня		Площади зон хронического загрязнения почв	
	км^2	км^2	%	км^2	%
Северо-Кавказский ФО	**170 439**	**56 273**	**33,0**	**14 100**	**8,3**
Респ. Ингушетия	3 628	1 110	30,6	433	11,9
Кабардино-Балкарская Респ.	12 470	3 009	24,1	1 500	12,0
Респ. Северная Осетия-Алания	7 987	2 024	25,3	1 700	21,3
Ставропольский край	66 160	39 990	60,4	4 800	7,3
Приволжский ФО	**1 036 975**	**362 809**	**35,0**	**99 180**	**9,6**
Респ. Башкортостан	142 947	36 680	25,7	17 300	12,1
Респ. Мордовия	26 128	10 848	41,5	2 020	7,7
Респ. Татарстан	67 847	34 222	50,4	9 800	14,4
Удмуртская Респ.	42 061	13825	32,9	2 600	6,2
Чувашская Респ.	18 343	8 068	44,0	2 200	12,0
Нижегородская область	76 624	20 366	26,6	7 300	9,5
Оренбургская область	123 702	61 155	49,4	11 000	8,9
Пензенская область	43 352	22 638	52,2	2 800	6,5
Самарская область	53 565	29 373	54,8	9 120	17,0
Саратовская область	101 240	59 819	59,1	8 290	8,2
Ульяновская область	37 181	16 545	44,5	4 500	12,1
Уральский ФО	**1 818 497**	**83 112**	**4,6**	**96 700**	**5,3**
Курганская область	71 488	24 019	33,6	8 000	11,2
Челябинская область	88 529	30 588	34,6	30 140	34,0
Сибирский ФО	**5 144 953**	**239 829**	**4,7**	**152 390**	**3,0**
Алтайский край	167 996	66 479	39,6	10 400	6,2
Омская область	141 140	41 566	29,5	13 060	9,3

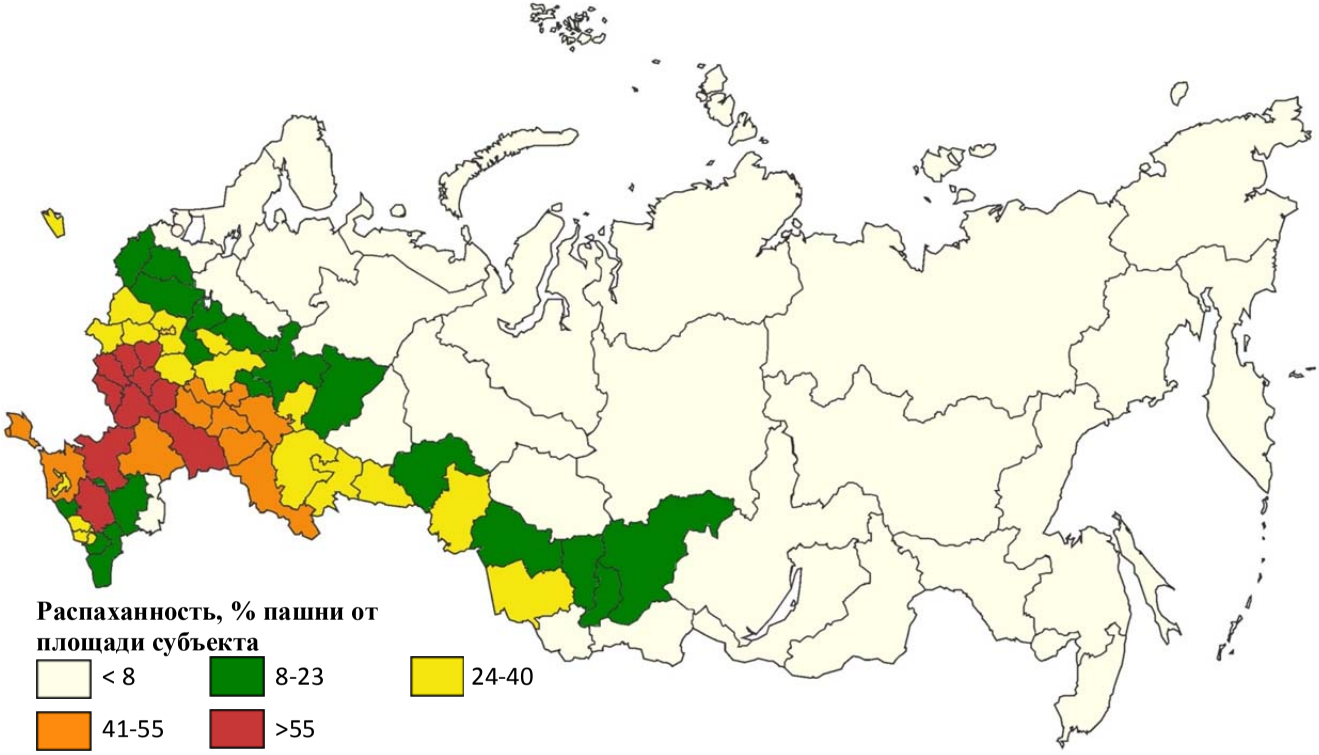


Рис. 6.4. Степень распаханности территорий субъектов РФ (2016 г.)

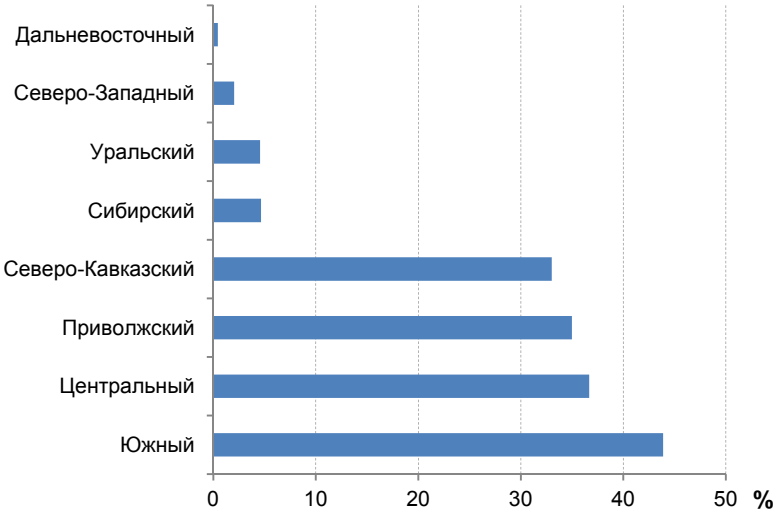


Рис. 6.5. Степень распаханности территорий федеральных округов РФ в 2016 г. (по данным Росстата)

Таблица 6.2. Распределение площади пашни по федеральным округам РФ в 2016 г.

Показатель	Категория	Федеральные округа								Итого, %
		Ц	**СЗ**	**Ю**	**СК**	**П**	**У**	**С**	**ДВ**	
Площадь пашни, тыс. га	**1**	13443,6	–	5886,9	3999,0	5981,9	–	–	–	**23,9**
	2	–	–	11124,6	–	18284,9	–	–	–	**24,0**
	3	6842,2	393,1	259,6	614,3	7087,1	5460,7	10804,5	–	**25,6**
	4	3558,2	1255,0	841,4	1014,0	4927,0	1370,8	9087,9	–	**18,0**
	5	–	1779	352	–	–	1479,7	4090,5	2768,7	**8,5**
Итого, %:		**19,4**	**2,8**	**15,0**	**4,6**	**29,6**	**6,8**	**19,5**	**2,3**	**100**

Одним из показателей, характеризующих не нарушенные в ходе хозяйственной деятельности человека территории, являются площади территорий, занятых **лесными массивами**[*]. По данным Росстата на конец 2016 г. общая площадь территории РФ, покрытой лесом, составляла около 8 млн. км^2 (46,4 % территории России). Почти в трети субъектов РФ площадь территории, покрытой лесом, занимала более 50 % площади территории субъекта. Наиболее лесистыми являются следующие субъекты: Иркутская область (82,7%), Приморский край (77,3%), Костромская область (74,1%), Республика Коми (72,8%), Пермский край (71,4%), наименее – Республика Калмыкия (0,2%), Ненецкий автономный округ (1,1%), Ставропольский край (1,6%).

Для получения сравнительной оценки субъектов РФ по степени лесистости их территорий в работе было использовано отношение площади территории, занятой лесами, к площади территории субъекта по данным Росстата за 2016 г. (рис. 6.6).

При ранжировании субъектов РФ методом *k*-средних (*k*-means) по степени лесистости их территорий к *первой категории* с наибольшей лесистостью (> 65 %) было отнесено 11 субъектов, для которых суммарная площадь леса составляла 2,6 млн. км^2. Ко *второй категории* отнесены 13 субъектов РФ с общей площадью леса 2,9 млн. км^2, к *третьей и четвертой* – по 19 субъектов с общей площадью леса 2 млн. и 428 тыс. км^2 соответственно. Наименьшая лесистость (≤ 15 %) –*пятая категория* – характерна для 20 субъектов РФ.

Около 72 % всех лесных территорий России приходится на Дальневосточный (почти 3 млн. км^2) и Сибирский (2,8 млн. км^2) федеральные округа. В таблице 6.3 показано распределение площади территорий, занятых лесными массивами, по федеральным округам.

[*] В данной работе рассматриваются территории, занятые лесными массивами, без учета характеристик лесов

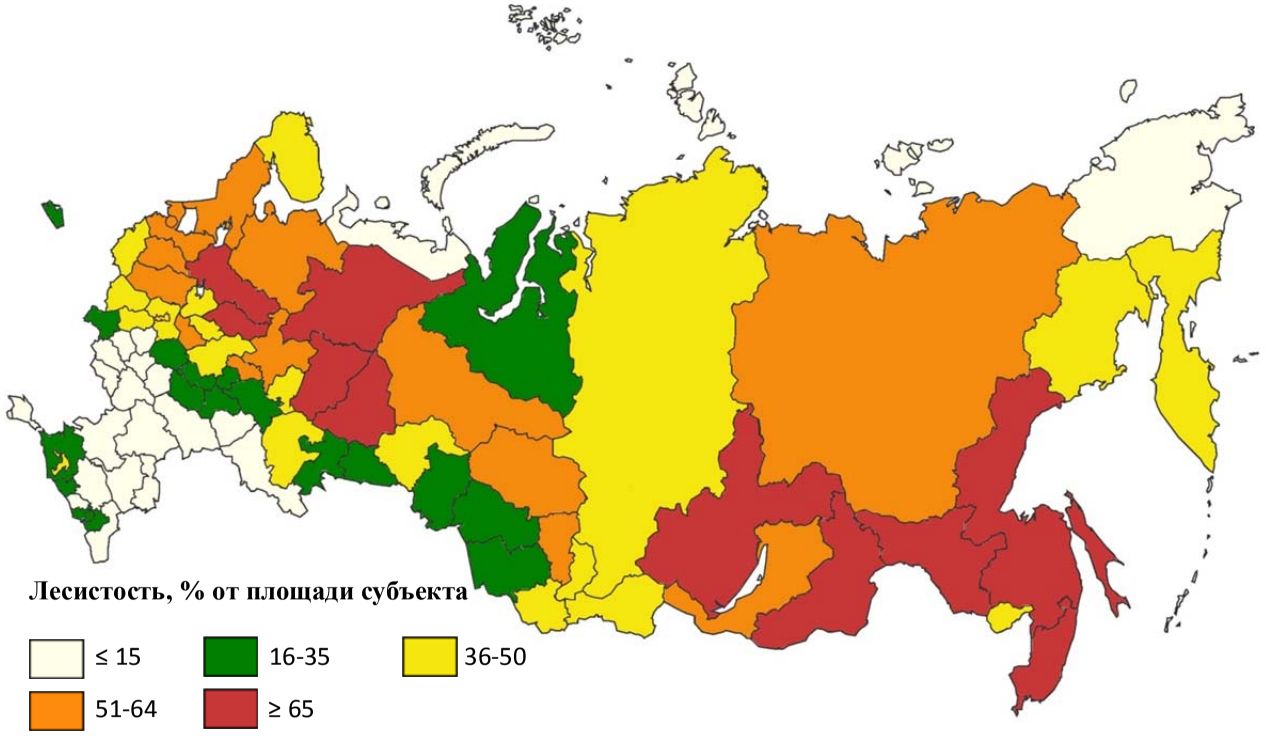


Рис. 6.6. Степень лесистости территорий субъектов РФ в 2016 г.

Таблица 6.3. Распределение площади лесных угодий по федеральным округам РФ в 2016 г.

Показатель	Категория	Федеральные округа								Итого, %
		Ц	СЗ	Ю	СК	П	У	С	ДВ	
Площадь, занятая лесом, тыс. га	**1**	4461	40326	–	–	11433	13353	93544	94449	**32,4**
	2	6101	40201	–	–	8864	28797	47503	157209	**36,3**
	3	7959	7571	287	–	11256	7052	122412	38771	**24,5**
	4	2112	281	1523	1040	4352	20257	13231	–	**5,4**
	5	2016	191	1144	660	1888	–	–	4897	**1,4**
Итого, %:		**2,8**	**11,2**	**0,4**	**0,2**	**4,8**	**8,7**	**34,8**	**37,1**	**100**

Анализ степени лесистости территории России по федеральным округам показывает, что наиболее лесистыми являются Сибирский (53,8 % территории федерального округа), Северо-Западный (52,5 %), Дальневосточный (47,9 %) наименее лесистыми (менее 10 % территории округа) – Северо-Кавказский и Южный федеральный округа (рис. 6.7).

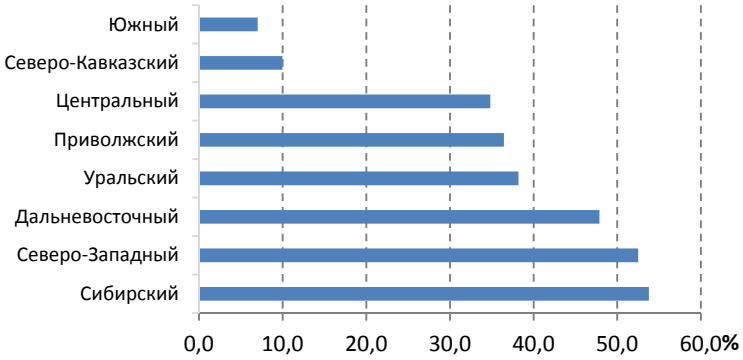


Рис. 6.7. Степень лесистости территорий федеральных округов РФ в 2016 г. (по данным Росстата)

В таблице 6.4 дана характеристика 21 субъекта РФ, отнесенного по хронической загрязненности почв токсикантами промышленного происхождения к первой-третьей категориям.

Таблица 6.4. Характеристика субъектов РФ, отнесенных по уровню хронического загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения к первой-третьей категориям

Категория	Антропогенная нагрузка	Название субъекта РФ	% от площади субъекта		
			Зоны хронического загрязнения	Пашни	Леса
1	очень высокая	Московская область и г. Москва	60,1	24,8	40,3
		Тульская область	59,6	60,6	14,3
2	высокая	Челябинская область	34,0	34,6	29,4
		Владимирская область	30,2	20,8	51,2
		Республика Хакасия	28,7	11,1	49,8
		Рязанская область	27,0	38,8	24,4
		Кемеровская область	25,4	16,1	59,8
		Ростовская область	25,1	58,3	2,4
3	умеренная	Свердловская область	21,6	7,5	68,7
		Республика Северная Осетия - Алания	21,3	25,3	24,3
		Ивановская область	17,5	26,4	46,3
		Смоленская область	17,5	29,4	42,0
		Липецкая область	17,5	64,6	7,7
		Самарская область	17,0	54,8	12,7
		Ярославская область	17,0	21,9	45,4
		Тверская область	15,3	17,9	54,8
		Калининградская область	15,2	26,0	18,6
		Республика Татарстан	14,4	50,4	17,5
		Калужская область	14,4	32,1	45,1
		Краснодарский край	13,9	52,8	20,2
		Белгородская область	13,3	60,7	8,7

Анализ таблицы показывает, что в четырех субъектах Российской Федерации (Московская, Тульская, Кемеровская и Владимирская области) часть территорий, используемых под пашню и занятых лесами, находится в зоне хронического загрязнения токсикантами промышленного происхождения.

Пресные поверхностные воды

Водопользование в России осуществляется в подавляющей степени за счет забора пресной воды. В 2010 г. ее изъятие из водоемов составило 72,7 км^3; в 2011 г. – 68,7; в 2012 г. – 66,3; в 2013 г. – 65,1; в 2014 г. – 64,8 (здесь и далее включая данные по Республике Крым и г. Севастополь); в 2015 г. – 62,2 и в 2016 г. – 63,0 км^3. Таким образом, прослеживается явная тенденция к снижению рассматриваемого показателя, за исключением последнего года [20]. Однако общее снижение изъятия пресной воды из водных источников за период 2010-2016 гг. происходило за счет уменьшения ее забора из поверхностных источников (рис. 6.8).

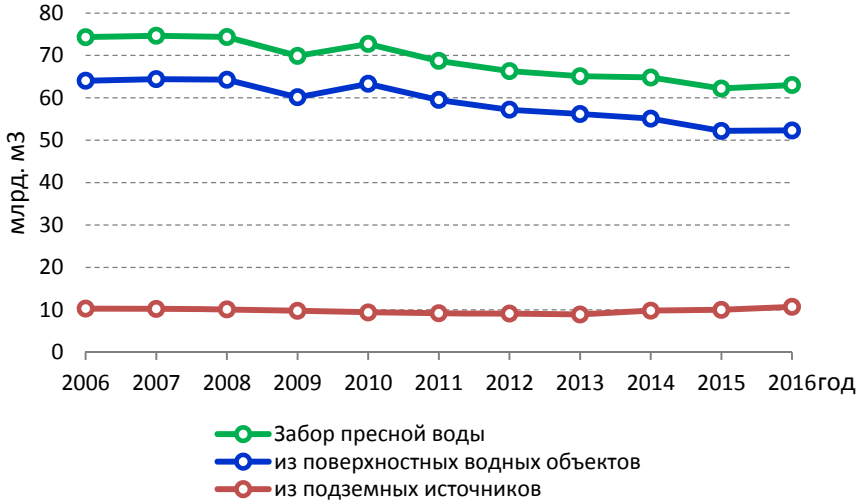


Рис. 6.8. Динамика забора пресной воды из природных водных объектов в РФ (по данным Росстата)

Несмотря на то, что объем оборотного и повторного (последовательного) водопотребления за последние 10 лет – с 2007 по 2016 гг. – незначительно снизился на 4,5%, вместе с тем, тенденция к снижению данного показателя не имела четко выраженного тренда и ощутимо колебалась в отдельные периоды (рис. 6.9). В то же время общий объем сброса сточных вод (рис. 6.10), а также загрязненных сточных вод (рис. 6.11),

снизился недостаточно для улучшения качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

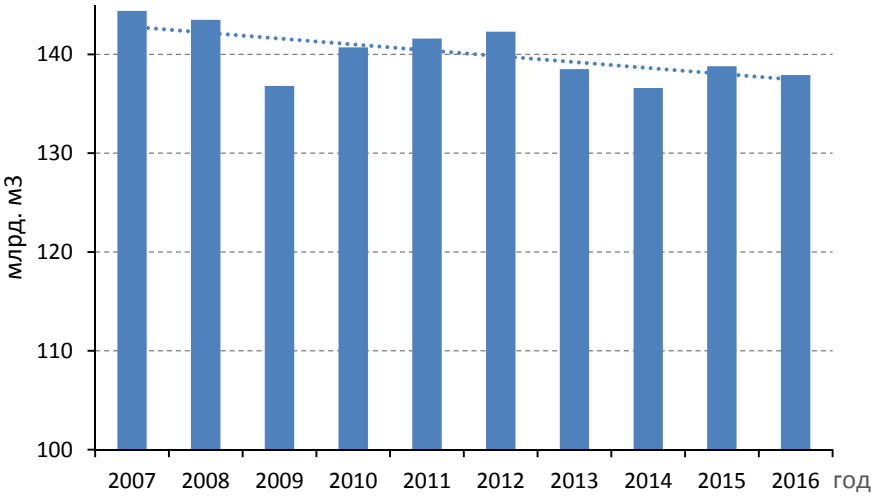


Рис. 6.9. Динамика объема оборотной и повторно-последовательно используемой воды в РФ

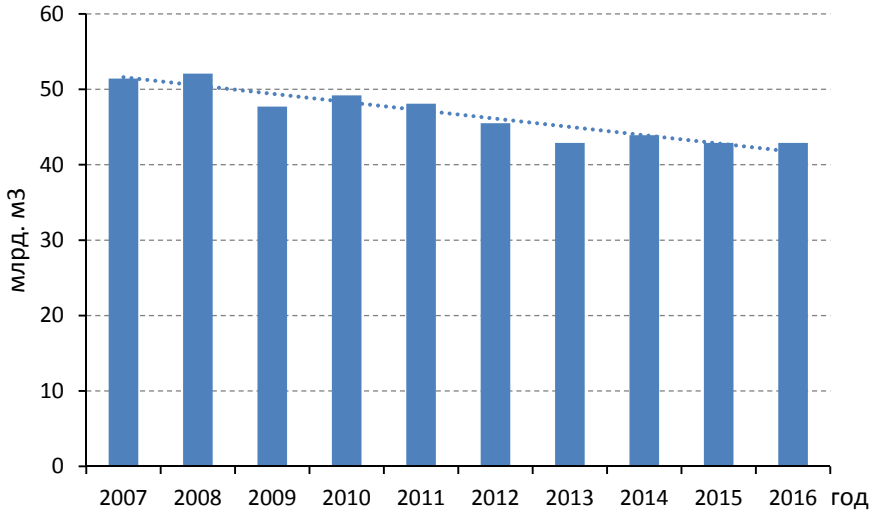


Рис. 6.10. Динамика объема сброса сточных вод в поверхностные природные водные объекты в РФ, без транзитной воды

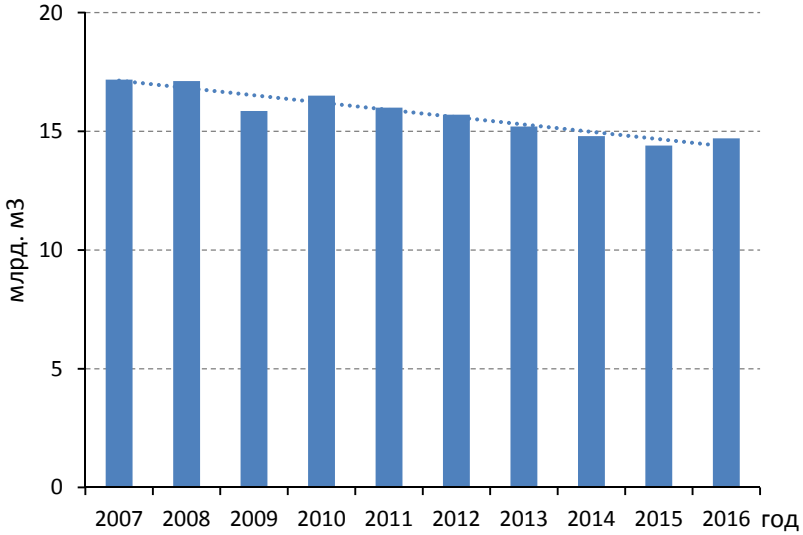


Рис. 6.11. Динамика объема сброса загрязненных сточных вод в поверхностные природные водные объекты в РФ

Распределение объемов сброса загрязненных сточных вод (рис. 6.12) по федеральным округам РФ за последние 10 лет практически не меняется. Наибольший объем загрязненных сточных вод ежегодно сбрасывается в поверхностные воды водных объектов Центрального федерального округа (свыше 3 млрд. $м^3$ в 2016 г.), наименьший – в водные объекты Северо-Кавказского (364 млн. $м^3$ в 2016 г.).

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты косвенно характеризует антропогенную нагрузку на поверхностные воды суши. В 2007 г. суммарный объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты составил 17,2 млрд. $м^3$, в 2016 г. – 14,7 млрд. $м^3$. Распределение сбросов загрязненных сточных вод по субъектам РФ в 2007 и в 2016 гг. показано на рисунке 6.13.

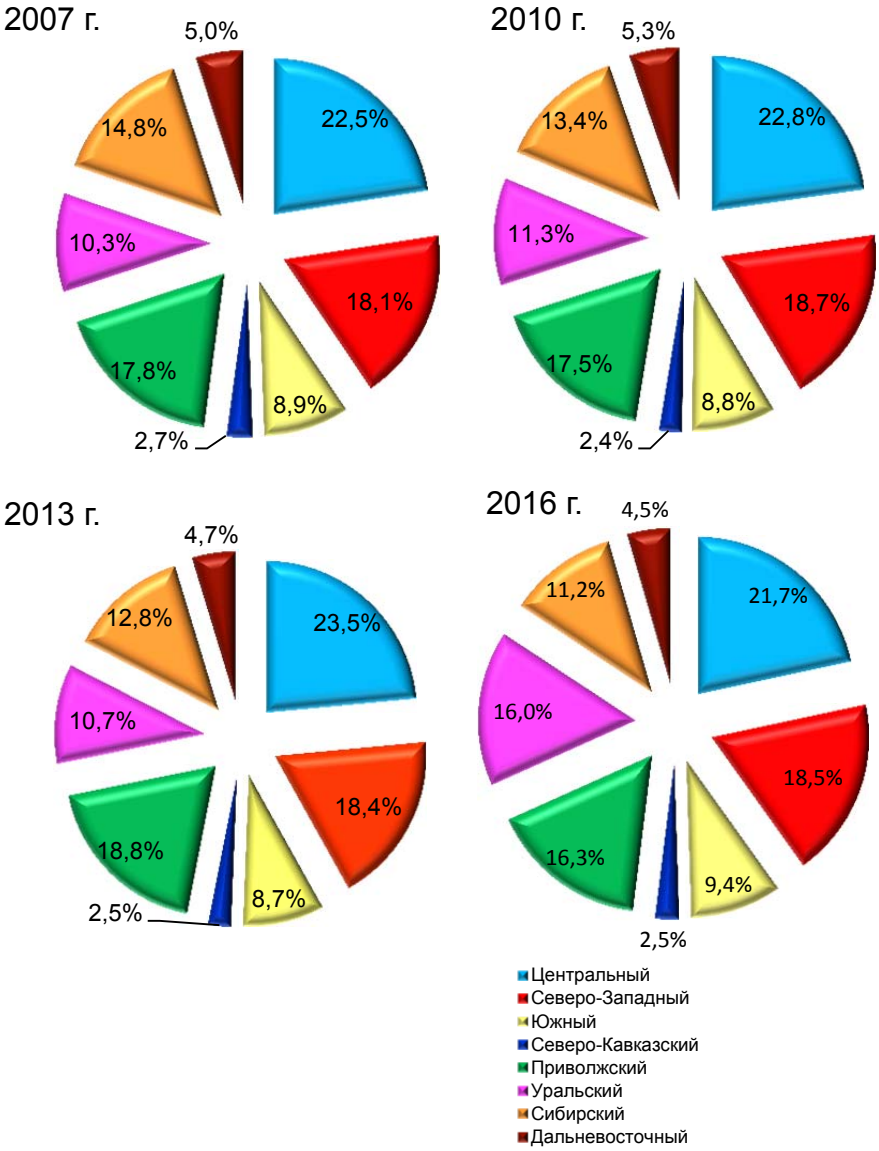


Рис. 6.12. Распределение объемов сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по федеральным округам РФ по данным Росстата

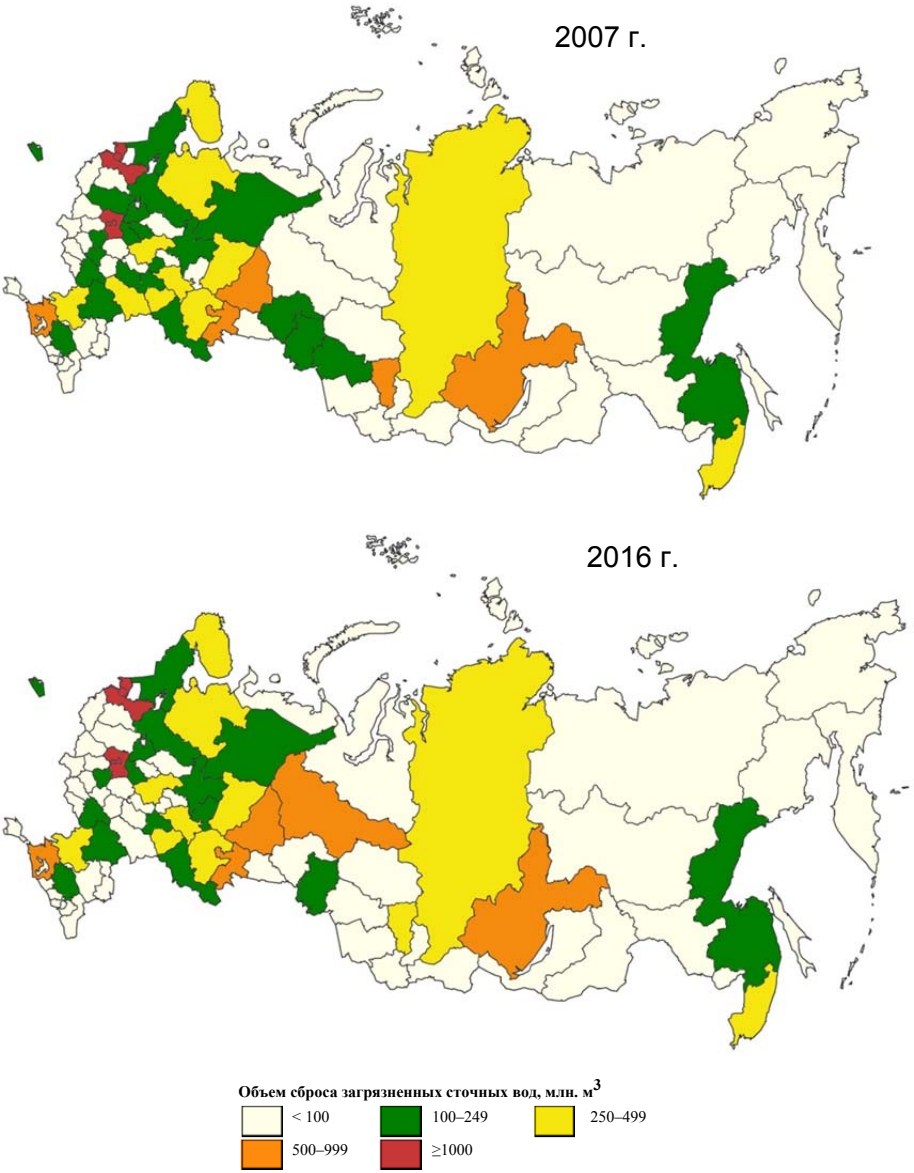


Рис. 6.13. Распределение сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по субъектам РФ по данным Росстата

За период 2007-2016 гг. наибольшие объемы сброса загрязненных сточных вод (свыше 1 млрд. $м^3$ в год) ежегодно регистрировались в Московской (включая г. Москву) и Ленинградской (включая г. Санкт-Петербург) областях. В 2016 г. на территории данных субъектов общей площадью 132,2 тыс. $км^2$ проживало 26,9 млн. человек, из них 24,7 млн. чел. – городское население (в 2007 г. – 23,3 и 21,5 млн. чел. соответственно). Следует отметить, что в Московской области объем сброса загрязненных сточных вод за 10-летний период сократился на 18,6 %, в Ленинградской области – на 9,7 %.

Сравнение объемов сброса загрязненных сточных вод по субъектам РФ показывает некоторое улучшение экологической обстановки за период 2007-2016 гг., так как отмечается снижение объемов сброса указанных видов сточных вод для ряда регионов.

Таким образом, сравнение многолетних статистических данных о выбросах и сбросах загрязняющих веществ, полученных расчетным методом, с данными Государственного мониторинга за загрязнением окружающей среды свидетельствует о расхождении тенденций по качеству атмосферного воздуха и пресных поверхностных вод.

Выводы об уровне загрязнения атмосферного воздуха в регионах России, сделанные на основании данных мониторинга и статистических данных, совпадают лишь частично. Так, в 2007 г. по данным Росстата в 9 субъектах РФ были зафиксированы наибольшие объемы (более 1 млн. тонн за год) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, однако по данным Росгидромета только в 4 областях – Московской, Ленинградской, Челябинской и Свердловской – уровень антропогенной нагрузки был очень высоким и соответствовал объему выбросов, в остальных 5 из 9 регионах уровень антропогенной нагрузки был ниже. В Самарской области и Республике Татарстан в 2007 г. по данным Росгидромета уровень антропогенной нагрузки был максимальным, в то время как выбросы загрязняющих веществ

в данных регионах не достигали уровня в 1 млн. тонн. Аналогичная ситуация расхождения наблюдалась в 2016 г.: максимальные выбросы загрязняющих веществ соответствовали максимальному уровню антропогенной нагрузки на атмосферный воздух только для двух регионов – Московской и Свердловской областей.

Несмотря на то, что по данным Росстата наибольшие объемы (более 1,3 млрд. $м^3$) сброса загрязненных сточных вод в 2007 и 2016 гг. были зафиксированы в Московской (включая г. Москву) и Ленинградской (включая г. Санкт-Петербург) областях, по данным Росгидромета наиболее напряженная экологическая обстановка по показателю уровня загрязнения поверхностных пресных вод в указанные временные периоды сложилась в Свердловской области, где ежегодно фиксировалось наибольшее по России суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ водных объектов: 573 случая при объеме сброса 0,9 млрд. $м^3$ в 2007 г. и 475 случаев при объеме сброса 0,6 млрд. $м^3$ в 2016 г. В Московской области за 10-летний период произошло значительное сокращение объемов сброса загрязненных сточных вод: с 2,3 млрд. $м^3$ в 2007 г. до 1,9 млрд. $м^3$ в 2016 г., однако по данным Росгидромета количество случаев ВЗ и ЭВЗ на водных объектах региона выросло к 2016 г. почти в 2 раза относительно 2007 г. В Ленинградской области, несмотря на очень высокие объемы сброса загрязненных сточных вод, суммарное количество случаев ВЗ и ЭЗВ за год в течение всего 10-летнего периода оставалось достаточно низким, варьируясь в пределах от 7 до 44 случаев в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запасы природных ресурсов Российской Федерации, способные обеспечивать внутренние потребности и экспортные поставки, характеризуются крайне неравномерным расположением по территории страны. Значительная их часть сосредоточена в восточных и малоосвоенных северных районах. Примерно 60% территории характеризуется северными климатическими условиями с распространением сплошных и очаговых явлений мерзлоты, продолжительность которых в Арктической зоне превышает 200 дней в течение года. Эти обстоятельства приводят к повышенным энергозатратам при добыче и переработке ресурсов.

Из 85 субъектов России по современному административному делению более половины относятся к Европейской части России, характеризуемой наибольшей плотностью населения. Самыми крупными по территории и наименее освоенными являются Сибирский и Дальневосточный федеральные округа.

В России в настоящее время, как и прежде, реализуется экстенсивная модель использования природных ресурсов.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются выбросы промышленности, автотранспорта, смыв удобрений с сельскохозяйственных полей, а также отходы производства и потребления. Приоритетными видами промышленности являются обрабатывающие и добывающие производства. Наибольший вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников дают оксид углерода и диоксид серы (51,4%), от автотранспорта – оксид углерода (77,5%).

Уровень загрязнения окружающей среды, сложившийся в результате жизнедеятельности городского населения в субъектах РФ, варьируется по отдельным природным средам. Так, за последний период при оценке качества атмосферного воздуха по данным Росгидромета по пятибалльной шкале наихудшие показатели отмечены в Московской, Ленинградской и Свердловской областях, городах Москва и Санкт-Петербург.

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах и на дорогах федерального значения приводят к образованию вокруг

них территорий с загрязненным токсикантами промышленного и транспортного происхождения почвенным покровом.

К опасной категории относятся обследованные почвы в Уральском Федеральном округе вокруг городов Свердловской области: Кировград (кадмий, медь, свинец, цинк), Реж (кадмий, никель), Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк). Выявлена тенденция к накоплению свинца и хрома в почвах г. Первоуральск, меди, цинка и свинца в почвах г. Ревда, кадмия в почвах г. Невьянск.

В Сибирском федеральном округе в последние годы отмечается тенденция к накоплению в почвах фтора в районе города Братск. В Дальневосточном федеральном округе опасная категория загрязнения почв в 2016 г. была зарегистрирована в г. Свирск (свинец). Тенденция к увеличению массовых долей цинка отмечена в почвах г. Стерлитамак Республики Башкортостан, кадмия – в почвах городов Набережные Челны и Нижнекамск Республики Татарстан.

По оценке доли площади, загрязненной вокруг городов и вдоль федеральных трасс, относительно площади субъекта, наихудшие показатели в Московской и Тульской областях – до 60%; в областях Челябинской, Владимирской, Рязанской, Кемеровской и Ростовской, а также в Республике Хакасия, загрязненные территории составляют от 25 до 34%.

Анализ динамики качества поверхностных вод за многолетний период показал, что в 2016 г. качество воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности несколько улучшилось. Так, на водных объектах Российской Федерации число створов, в воде которых содержание одного или более ингредиентов превышало 10 ПДК, с 2010 г. сократилось на 30 % и в 2016 году, составило 474 створа (пятую часть от общего количества створов). Однако в каждом федеральном округе продолжают оставаться наиболее загрязненными водные объекты в отдельных створах, характеризуемых в течение десятилетий как «грязные» или «экстремально грязные»; число таких створов в 2016 г. составило 83 (77 в 2015 г). Это обстоятельство связано с тем, что из почти 9 тысяч действующих очистных сооружений более 70% было построено 30-50 лет назад. Из них 80% требуют

полной модернизации с изменением технологии очистки, а в ряде случаев должны быть построены заново. Современным техническим требованиям соответствуют не более 10% очистных сооружений в населенных пунктах.

По многолетним данным мониторинга, несмотря на незначительное снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду урбанизированных территорий и земель промышленного назначения за последние десять лет, практически не происходило адекватного улучшения качества окружающей среды. Эта ситуация свидетельствует о необходимости модернизации многих аспектов в области охраны окружающей среды, что было отмечено и в докладе Государственного совета РФ в декабре 2016 г.

Анализ всего массива данных, полученных в последние годы в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды в Российской Федерации, показал, что на ряде территорий страны по-прежнему сохраняются повышенные уровни загрязнения окружающей среды, обусловленные поступлением загрязняющих веществ от объектов промышленности и энергетики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, а также в ходе обращения с отходами производства и потребления.

Сравнение многолетних статистических данных о выбросах и сбросах загрязняющих веществ, полученных расчетным методом, с данными Государственного мониторинга загрязнения окружающей среды свидетельствует о расхождении тенденций изменения качества атмосферного воздуха и пресных поверхностных вод.

Таким образом, большая часть населения страны проживает в условиях, требующих улучшения состояния окружающей среды. Эта ситуация обусловлена прежде всего отсутствием эффективного экономического механизма снижения уровня загрязнения окружающей среды, способного стимулировать субъекты хозяйствования к сокращению выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также ограниченными ресурсами, сдерживающими перевод объектов на работу по наилучшим доступным технологиям и внедрение современного пылегазо- и водоочистного оборудования, установок и сооружений.

CONCLUSIONS

The natural resources of the Russian Federation are very diverse, and their stocks are sufficient to satisfy domestic demand and exports. However, their spatial distribution throughout the country is very uneven. A substantial part of the resources is mainly concentrated in the eastern and underdeveloped northern regions. Severe northern climatic conditions and alternation of continuous and discontinuous permafrost zones are typical of approximately 60% of the country's territory. The duration of winter conditions in the Russian Arctic is more than 200 days a year. These circumstances lead to an increase in energy consumption when mining and processing natural resources.

More than half of the 85 Regions of Russia belong to the European part of Russia and have the much higher population density in comparison with the Asian Regions of Russia. Among all, the Siberian and Far Eastern Federal Districts have the least economic and infrastructural development.

Russia continues the extensive resource use.

The major sources of environmental pollution are emissions from industrial and mobile sources, fertilizer runoff from agricultural fields, as well as production and consumption waste. Priority industries are mining and manufacturing. Carbon monoxide and sulfur dioxide make the largest contribution to the total pollutant emissions from stationary sources, just as carbon monoxide from mobile sources (51.4 and 77.5 % correspondingly).

The environmental pollution as a result of urbanization within Regions of Russia varies in different natural environments. So, according to the last 10 years monitoring data, the worst air quality on a five-point scale was in Moscow Region (including the city Moscow), Leningrad Region (including St. Petersburg) and Sverdlovsk Region.

Air pollutant emissions form polluted areas around cities and along federal roads. The soils of such areas are contaminated with toxicants of industrial and transport origin. The category of the

most dangerous soil pollution includes soils around the cities of the Sverdlovsk Region in the Ural Federal District: Kirovgrad (cadmium, copper, lead, zinc), Rezh (cadmium, nickel), Revda (copper, lead, cadmium, zinc). There is a tendency of pollutants to accumulate in the soils around the city of Pervouralsk (lead and chromium), Revda (copper, zinc and lead) and Nevyansk (cadmium).

In recent years, fluorine has been tended to accumulate in the soils around the city of Bratsk in the Siberian Federal District. In 2016 a category of dangerous soil pollution with lead was found in the soils of Svirsk in the Far Eastern Federal District. The mass fractions of zinc have increased in the soils of Sterlitamak (the Republic of Bashkortostan), as well as cadmium in the soils of Naberezhnye Chelny and Nizhnekamsk (the Republic of Tatarstan).

Around cities and along federal roads the portion of the polluted areas is about 60 % in the Moscow and Tula Regions, and it ranges from 25 to 34 % in the Chelyabinsk, Vladimir, Ryazan, Kemerovo and Rostov Regions, as well as in the Republic of Khakassia.

Over a multi-year period, trend analysis of monitoring data showed that the surface water quality with a high pollution level has improved by 2016. In 2016 the pollutant concentration in surface water of the Russian Federation exceeded maximum permissible concentration in 10 times at 474 monitoring points (one fifth of the total number of monitoring points) compared to 679 monitoring points in 2010. However, in each Federal District there are so-called “polluted” or “highly polluted” water bodies which quality doesn't improve for the last years; the number of these monitoring pointes was 83 in 2016 (77 in 2015). It is explained by the fact that more than 70% of about 9000 operating sewage treatment plants were built 30-50 years ago. Up to 80% of them require a complete modernization, in particular, a change in cleaning technology. In some cases, they can not be reconstructed and must be rebuilt. No more than 10% of sewage treatment plants in settlements correspond to the modern technical requirements.

The analysis of the long-term monitoring data showed that the anthropogenic impact on the environment of the urban and industrial areas is slightly decreased over the last ten years. Nevertheless, the environmental quality has not in general improved. This situation indicates the need to upgrade the environmental protection policy, what was also noted in the State Council report of the Russian Federation in December 2016.

The multi-year data analysis indicates the difference in air and surface water quality assessments obtained with pollution monitoring data and those ones derived from official estimates on emissions and discharges of pollutants.

To summarize, the majority of the population in the Russian Federation lives under the conditions that require improving the environmental state. This situation is primarily caused by the absence of an effective economic mechanism stimulating industrial and utility plants to reduce emissions and discharges of pollutants, as well as limited resources hindering the use of innovative technologies and the introduction of modern dust-gas and water treatment equipment at the facilities.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев М.И., Курганов А.М.* Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М.: АСБ, СПб: СПбГАСУ, 2000. 352 с.
2. *Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В.* Воздух городов и его изменения. СПб: Астерион, 2008. 253 с.
3. *Битюкова В.Р.* Эколого-экономическое районирование как важнейшая часть социально-экологических исследований урбанизированных территорий // Ученые записки, вып. 3. М.: МГСУ «Союз», 1998. С. 120–132.
4. *Боровков В.С., Блази К., Курочкина В.А.* Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 1. С. 45-49.
5. *Буданцев А.Л.* Растительные ресурсы // Большая российская энциклопедия. Том Россия / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, 2004. С. 132-137.
6. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Росстат, 2011-2018. Дата обновления: 10.05.2018. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516
7. *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д.* Атмосферное выпадение сульфатов и нитратов в СССР // Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды, вып. 7 / под ред. Ф.Я. Ровинского. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 176 с.
8. *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д.* Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 184 с.
9. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 238 с.
10. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р в ред. от 17.04.2012) [Электронный ресурс] // Совет безопасности Российской Федерации. URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/document120/
11. *Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т.* Загрязнение почв тяжелыми металлами. М: Изд-во Почвенного института им. В.В. Докучаева РАСХН, 2012. 306 с.

12. *Водяницкий Ю.Н., Плеханова И.О., Прокопович У.В., Савичев А.Т.* Загрязнение почв выбросами предприятий цветной металлургии // Почвоведение. 2011. № 2. С. 240-249.
13. *Водяницкий Ю.Н., Савичев А.Т., Васильев А.А., Лобано-ва Е.С., Чащин А.Н., Прокопович Е.В.* Содержание тяжелых щелочноземельных (Sr, Ba) и редкоземельных (Y, La, Ce) металлов в техногенно-загрязненных почвах // Почвове-дение. 2010. № 7. С. 879–890.
14. Временные нормативы предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, оказы-вающих вредное воздействие на лесные насаждения в районе музея-усадьбы «Ясная Поляна». М., 1984. 12 с.
15. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест // Методические указания: МУ 2.1.7.730-99. М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1999. 25 с.
16. *Головин А.А., Самаев С.Б., Соколов Л.С.* Современные подходы к эколого-геохимической оценке урбанизированных территорий // Прикладная геохимия, вып. 6 / Отв. ред. Э.К. Буренков, А.А. Кременецкий. М.: ИМГРЭ, 2004. С. 51-62.
17. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. Комплексные оценки качества поверхностных вод / под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 139 с.
18. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2007 году / под ред. С.П. Миронова и др. М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2008. 270 с.
19. Государственный (национальный) доклад о состоянии использовании земель в Российской Федерации в 2016 году / под ред. В.В. Абрамченко и др. М.: Росреестр, 2017. 220 с.
20. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году» / Отв. ред. Н.Г. Рыбальский. М.: НИА-Природа, 2017. 270 с.
21. Государственный доклад «О состоянии и использовании мине-рально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 г.» / Глав. ред. Е.А Киселев. М.: Минприроды России, 2016. 341 с.
22. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» / под

ред. Н.Г. Рыбальского. М.: Минприроды России, НИА-Природа, 2017. 760 с.
23. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» / под ред. Н.Г. Рыбальского. М.: Минприроды России, НИА-Природа, 2016. 639 с.
24. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России, НПП «Кадастр», 2018. 888 с.
25. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году». М.: Роспотребнадзор, 2017. 220 с.
26. Динамика промышленного производства: региональные различия [Электронный ресурс]: бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. № 27. 23 с. URL: http://ac.gov.ru/files/publication/a/13824.pdf
27. Доклад Государственного совета Российской Федерации «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» М.: Кремль, 2016. 387 с.
28. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 196 с.
29. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации в 2016 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 240 с.
30. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М.: Росгидромет, 2017. 70 с.
31. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России). СПб.: ОАО НИИ «Атмосфера», 1998-2013.
32. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения. Ежегодник / Отв. ред. Л.В. Сатаева. Обнинск: ФГБУ “НПО “Тайфун”, 2006-2017.
33. *Зайцева И.С., Коронкевич Н.И.* Поверхностные воды // Большая российская энциклопедия. Том Россия / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, 2004. С. 44-57.
34. *Израэль Ю.А., Черногаева Г.М.* Состояние природной среды в Российской Федерации к концу XX в. по данным

полувекового мониторинга // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений / под ред. Ю.А. Израэля. М.: Наука, 2001. С. 10-17.
35. *Калуцкова Н.Н.* Крымский полуостров [Электронный ресурс]: Большая российская энциклопедия, 2016. URL: https://bigenc.ru/geography/text/3842085 (дата обращения: 12.12.2018)
36. *Карманов И.И.* Почвенные ресурсы // Большая российская энциклопедия. Том Россия / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, 2004. С. 129-132.
37. *Касимов Н.С.* Экогеохимия городских ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.
38. *Касимов Н.С., Кожухарь А.Ю., Тикунов В.С., Январева Л.Ф.* Экологический атлас России // Геопрофи. 2005. № 1. С. 43-47.
39. Качество поверхностных вод Российской Федерации за 2017 год. Ежегодник / Глав. ред. М.М. Трофимчук. Ростов-на-Дону: ФГБУ «ГХИ», Росгидромет, 2018. 554 с.
40. *Кичигин В.И., Быкова П.Г.* Исследование физико-химических характеристик поверхностного стока населенных пунктов // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 11. С. 28-32.
41. Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации [Карта]: Масштаб 1:8 000 000 / под ред. В.М. Котлякова, Н.Ф. Глазовского. М.: ФСГиК, 2002.
42. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: от 12.12.1993 с учетом поправок от 30.12.2008 № 6,7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ. URL: http://constitution.kremlin.ru/
43. *Кораблев Н.М., Фомичев А.А*. Кластеризация данных мето-дом k-means с использованием искусственных иммунных систем // Бионика интеллекта. 2011. № 3 (77). С. 102–106.
44. *Кочуров Б.И., Антипова А.В., Лобковский В.А., Костовска С.К.* Экологическая ситуация в России на обзорной карте // Природа. 2002. № 12. С. 51-56.
45. *Курочкина В.А., Богомолова Т.Г., Киров Б.Л.* Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий // Вестник МГСУ. 2016. № 8, С. 100-109.
46. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды / Отв. ред. М.А. Глазовская, Н.С. Касимов;

АН СССР, Сов. ком. по прогр. ЮНЕСКО «Человек и биосфера». М.: Недра, 1989. 264 с.
47. *Лаппо Г.М.* География городов. М.: Владос, 1997. 480 с.
48. *Логина К.С.* Урбанизация // Глобалистика: Энциклопедия / глав. ред. И.И. Мазур, А.Н. Чумаков. М.: Радуга, 2003. С. 1146-1148.
49. *Лосев К.С.* Урбанизация – тихая революция XX века // Проблемы экологии России. М.: ВИНИТИ, 1993. С. 280-282.
50. *Львович М.И., Черногаева Г.М.* Преобразование водного баланса территории г. Москвы // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1976. № 3. С. 52-60.
51. *Мелехин А.Г., Щукин И.С.* Применение биоинженерных сооружений для очистки ливневых и талых вод с урбанизированных территорий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2012. № 1. С. 122-132.
52. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: доп. и перераб. СПб.: ОАО НИИ «Атмосфера», 2012. 224 с.
53. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека / под ред. Дж. Бауэра и др. Регион. публ. ВОЗ, Европ. Серия. № 85: пер. с англ. Копенгаген, 2001. 293 с.
54. *Морозова Т.Г.* Экономическая география России. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 479 с.
55. *Мусаелян С.М., Мединский Н.И., Ханина Н.В.* Антропогенные изменения гидрологического режима р. Волги у г. Волгограда // Вестник Волгоград. гос. архит.-строит. акад. Сер. Строительство и архитектура. 2002. № 2. С. 197-201.
56. Население России 2016 // Двадцать четвертый ежегодный демографический доклад / Отв. ред. С.В. Захаров. М.: Изд. дом ВШЭ, 2018. 448 с.
57. Национальный атлас России. Т 2: Природа. Экология. М.: ФГУП ПКО «Картография», 2007. 496 с.
58. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс]: федер. закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. URL: - http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/
59. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 01.03.2017) // Кон-

сультантПлюс: справ. правовая система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/
60. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. Ежегодное издание / Отв. ред. Г.М. Черногаева. М.: Росгидромет, 2008-2017.
61. Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ. Ежегодное издание / под. ред. Г.М. Черногаевой. М.: Росгидромет, 2008-2017.
62. Обобщенные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автотранспорта и железнодорожного транспорта) в разрезе городов, субъектов, федеральных округов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. 2015-2017. Дата обновления: 02.05.2017. URL: http://rpn.gov.ru/opendata/7703381 225-transport (дата обращения 10.12.2017)
63. Общие сведения // Большая российская энциклопедия. Том Россия / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, 2004. С. 9.
64. Окружающая среда [Электронный ресурс]: Официальная статистика // Росстат. Дата обновления: 23.05.2018 URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/
65. Основные показатели охраны окружающей среды [Электронный ресурс]: Статистический бюллетень // Росстат, 2017. Дата обновления: 30.06.2017. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b_oxr17/Main.htm
66. Основные показатели охраны окружающей среды [Электронный ресурс]: Статистический бюллетень // Росстат, 2009. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b_oxr08/Main.htm
67. Охрана окружающей среды в России. Статистический сборник / Пред. ред. коллегии К.Э. Лайкам. М.: Росстат, 2008. 263 с.
68. Охрана окружающей среды в России. Статистический сборник / Пред. ред. коллегии К.Э. Лайкам. М.: Росстат, 2016. 95 с.
69. *Пивоваров Ю.Л.* Основы геоурбанистики: Урбанизация и городские системы. М.: Владос, 1999. 232 с.
70. *Понкратов В.В.* Ресурсный потенциал нефтегазовой отрасли промышленности России и стимулирование повышения

эффективности его использования [Электронный ресурс] // Экономика. Налоги. Право. 2015. № 3. С. 94–101. URL: http://elib.fa.ru/art2015/bv2383.pdf/download/bv2383.pdf
71. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений // Гигиенические нормативы: ГН 2.1.6.3492-17. М., 2018.
72. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли в регионах России. Гидрографический аспект: Справочные данные. СПб.: Недра, 2004. 106 с.
73. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Дальневосточный федеральный округ России. СПб.: Лема, 2011, 110 с.
74. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Сибирский федеральный округ России. СПб.: Лема, 2010, 165 с.
75. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Уральский федеральный округ России. СПб.: Недра, 2007, 110 с.
76. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Северо-Западный федеральный округ России. СПб.: Недра, 2006, 101 с.
77. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф., Чмутова Н.П.* Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации: Справочник. СПб.: ФГБУ «ГГИ», 1992. 188 с.
78. Промышленное производство в России. 2016: Статистический сборник / Пред. ред. коллегии А.Л. Кевеш. М.: Росстат, 2016. 347 с.
79. Промышленность России. 2010: Статистический сборник / Пред. ред. коллегии А.Л. Кевеш. М: Росстат, 2010. 453 с.
80. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям // Методические указания. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 50 с.
81. *Рейхерт Н.В., Матросова С.В.* Анализ инфляционных процессов в России [Электронный ресурс] // Управление

экономическими системами. 2015. № 11(2). URL: http://uecs.ru/makroekonomika/item/3862-2015-12-16-06-39-49
82. *Рейхерт Н.В., Матросова С.В.* Промышленность России на современном этапе [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. 2016. № 5. URL: http://uecs.ru/makroekonomika/item/3952-2016-05-28-06-28-48
83. Российский статистический ежегодник. 2008: Статис-тический сборник / Пред. ред. коллегии В.Л. Соколин. М: Росстат, 2008. 847 с.
84. Российский статистический ежегодник. 2017: Статистический сборник / Пред. ред. коллегии А.Е. Суринов. М: Росстат, 2017. 686 с.
85. Россия в цифрах. 2017: Краткий статистический сборник / Пред. ред. коллегии А.Е. Суринов. М.: Росстат, 2017. 511 с.
86. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.
87. *Рябошук С.В., Ковалев П.В., Кур А.А.* Сырьевая база металлургии [Электронный ресурс]: СПб.: СПбПУ, 2018. 60 с. URL: http://elib.spbstu.ru/dl/2/s18-141.pdf
88. *Савченко В.А.* Экологические проблемы Таймыра. М.: СИП РИА, 1998. 194 с.
89. *Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П., Смирнова Р.С., Башаркевич И.Л., Онищенко Т.Л., Павлова Л.Н., Трефилова Н.Я., Ачкасов А.И., Саркисян С.Ш.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
90. *Селезнева А.В.* Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2003. Т. 5. № 2. С. 268-277.
91. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. Статистический сборник / Пред. ред. коллегии К.Э. Лайкам. М.: Росстат, 2015. 201 с.
92. *Семёнов Е.К., Зайцева Н.А., Стерин А.М.* Климат // Большая российская энциклопедия. Том Россия / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, 2004. С. 65-75.
93. *Сенотрусова С.В.* Загрязнение атмосферы и состояние здоровья населения промышленных городов. СПб.: Астерион, 2004. 244 с.

94. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России. Ежегодник. СПб: ФГБУ «ГГО», Росгидромет, 2008-2017.
95. Тенденции и динамика состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга за последние 10 лет. Аналитический обзор / Отв. ред. Г.М. Черногаева. М.: Росгидромет, 2017. 49 с.
96. *Трофимов А.М., Кочуров Б.И., Петрова Р.С., Хазиахметова Ю.А.* Принципы и подходы к составлению геоэкологических карт // Экологические системы и приборы. 2003. № 8. С. 22-35.
97. *Урусевская И.С., Мартыненко И.А., Алябина И.О.* Почвенная карта России (М 1:15 000 000) // Национальный атлас почв Российской Федерации / Глав. ред. С.А. Шоба. М.: Астрель: АСТ, 2011. С. 72-73.
98. Устойчивое природопользование: постановка проблемы и региональный опыт / Отв. ред. В.М. Захаров. М.: Институт устойчивого развития; Центр экологической политики России, 2010. 192 с.
99. *Черногаева Г.М*. Водный баланс городской территории и его влияние на окружающую среду // Гидрологические аспекты урбанизации. М.: МФ ГО СССР, 1978, С. 15-20.
100. *Черногаева Г.М., Кузьмич В.Н., Бердников С.В.* Оценка антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты по химическим веществам // Научные аспекты экологических проблем России: Тез. докл. СПб.: Гидро-метеоиздат, 2001. С. 34.
101. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]: на 1 января 2017 года // Росстат, 2017. URL: -http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/bul_dr/mun_obr2017.rar
102. Шестое национальное сообщение Российской Федерации / под ред. А.В. Фролова. М.: Минприроды России; Росгидромет, 2013. 281 с.
103. *Эдельштейн К.К.* Водохранилище // Большая российская энциклопедия. Том 5 / Отв. ред. С.Л. Кравец. М.: БРЭ, Москва, 2006. С. 508-510.
104. Экологическая химия: Основы и концепции / под ред. Корте Ф. [пер. с нем.]. М.: Мир, 1997. 395 с.

105. Экологический атлас России / Глав. ред. Н.С. Касимов, В.С. Тикунов. М.: Феория, 2017. 509 с.
106. Экологический атлас России / Пред. ред. коллегии Н.С. Касимов. СПб.: Карта, 2002. 128 с.
107. Экология города / Отв. ред. Касимов Н.С. М.: Научный мир, 2004. 624 с.
108. Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы страны [Электронный ресурс]: бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. № 28. 19 с. URL: http://ac.gov.ru/files/publication/a/14132.pdf
109. *Яковлев А.С., Плеханова И.О., Кудряшов С.В., Аймалетдинов Р.А.* Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне деятельности предприятий металлургической компа-ний «Норильский Никель» // Почвоведение. 2008. № 6. С. 734-750.
110. *Январева Л.Ф.* Земельные угодья // Национальный атлас почв Российской Федерации / Глав. ред. С.А. Шоба. М.: Астрель: АСТ, 2011. С. 280-281.
111. *Янин Е.П.* Общие условия и основные факторы формирования водного стока в городских ландшафтах // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2006. № 9. С. 73–111.
112. Air Quality Guidelines for Europe: 2nd Edition. Copenhagen: WHO Regional Publication, 2000. European Series. No. 91. 273 p.
113. Air Quality Guidelines: Global update 2005. Germany: Druckpartner Moser Publ., 2006. 484 p.
114. Demographia world urban areas [Электронный ресурс]: 14th annual edition. 2018. 118 p. URL: http://www.demographia.com/db-worldua.pdf

Об авторах:

Черногаева Галина Михайловна,
доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, вед. н.с. ФГБУ «ИГКЭ» и «ИГ РАН»

Жадановская Екатерина Александровна,
кандидат физ.-мат. наук, н.с. ФГБУ «ИГКЭ»

Журавлева Лариса Романовна,
н.с. ФГБУ «ИГКЭ»

Малеванов Юрий Алексеевич,
н.с. ФГБУ «ИГКЭ»

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАХ РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Компьютерная верстка ООО «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС»

Подписано в печать 04.04.2019 г.
Формат 60x90/16. Гарнитура Times New Roman.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,5.
Тираж 150 экз. Заказ № 1014.

Отпечатано в ООО «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС»
117209, г. Москва, ул. Керченская, д. 6, к. 1