

# АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ПРИРОДНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

## ANALYSIS OF INDICATORS CHARACTERIZING THE IMPACT OF HUMAN ECONOMIC ACTIVITY ON NATURAL WATER RESOURCES

**T. Chubenko  
S. Germanova  
N. Sambros  
N. Petukhov  
T. Ryzhova**

*Summary.* The article considers the main indicators affecting natural water sources. Analyzes the production of water from natural sources, studies the process of its recycling and sequential use. Studies the methods of wastewater treatment and their main indicators for the regions of the Central Federal District of the Russian Federation. Considers the main polluting chemicals emitted from wastewater and methods of water purification from them.

*Keywords:* recycling and sequential use of water, un wastewater systems, wastewater, water treatment facilities, biological ponds, chemical elements and substances in wastewater.

**Чубенко Тамара Владимировна**

Российский университет дружбы народов  
10322201888@rudn.ru

**Германова Светлана Евгеньевна**

Старший преподаватель, Российский университет  
дружбы народов  
germanova-se@rudn.ru

**Самброс Наталия Борисовна**

Старший преподаватель, Российский университет  
дружбы народов  
sambros-nb@rudn.ru

**Петухов Николай Владимирович**

К.с.-х.н., доцент, Российский университет дружбы  
народов  
petukhov-nv@rudn.ru

**Рыжова Татьяна Александровна**

К.ф.-м.н., старший преподаватель, Российский  
университет дружбы народов  
ryzhova-ta@rudn.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные показатели имеющие прямое или косвенное влияние на природные водные источники. Проведен анализ по забору воды из природных источников, изучен процесс оборотного и последовательного ее использования. Изучены способы очистки сточных вод и основные их показатели по регионам Центрального Федерального округа. Рассмотрены основные загрязняющие химические вещества, выбрасываемые со сточными водами, и способы очистки вод от них.

*Ключевые слова:* оборотное и последовательное использование воды, бессточные системы, сточные воды, водные очистные сооружения, биологические пруды, химические элементы и вещества в сточных водах.

**Х**озяйственная деятельность человека неразрывно связана с окружающей средой. В статье будет рассмотрена статистика по различным округам, в частности — регионам Центрального Федерального округа России за 2000–2020 годы, отражающая влияние техногенного воздействия на природные водные объекты. А также будут проанализированы факторы, повлиявшие на сокращение или увеличение статистических показателей и меры, введенные для сохранения баланса водных ресурсов в России.

Для формирования плана по защите окружающей среды государство использует ряд показателей: количество забранной воды из природных водных объек-

тов<sup>1</sup>, млрд. м<sup>3</sup> количество оборотно и последовательно использовавшейся воды<sup>2</sup>, млрд. м<sup>3</sup>, сбросы загрязненной сточной воды<sup>3</sup>, млрд. м<sup>3</sup>, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, количество отходов производства и потребления, их утилизация и т.д. Также каждый год фиксируются расходы на защиту окружающей среды в фактически действующих ценах.

Рассмотрим показатели оборотной и последовательной эксплуатации водных ресурсов. Оборотно-

<sup>1</sup> По данным Росводресурсов

<sup>2</sup> По данным Росводресурсов

<sup>3</sup> По данным Росводресурсов

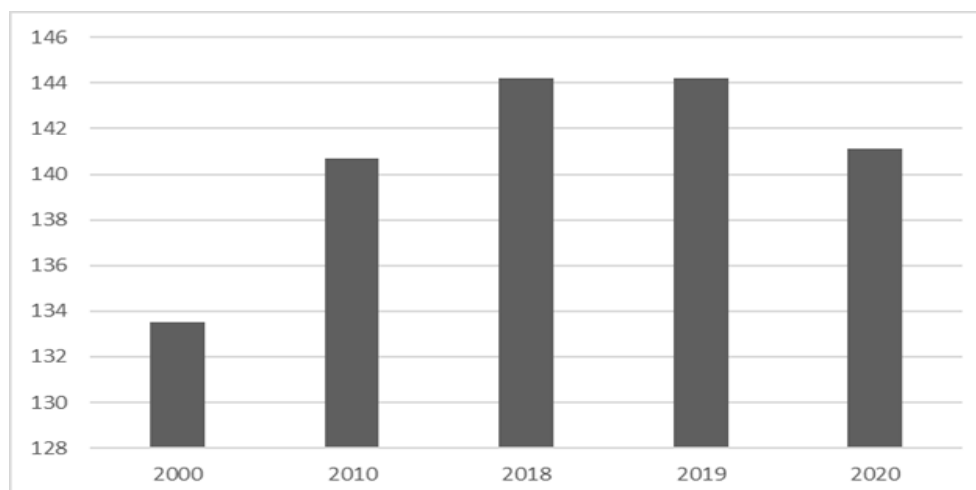


Рис. 1. Оборотно и последовательное использование воды, млрд. м<sup>3</sup>

использование предполагает использование одной и той же воды двух и более раз. После каждого использования вода охлаждается или пропускается через очистные сооружения, иногда проводят обе операции. Выбирается операция в зависимости от проведенного технологического процесса. В случае с последовательным использованием вода очищается только после всех проведенных манипуляций. Такое использование гидроксида водорода характерно для промышленных предприятий, оборот которых растет вместе с растущими потребностями людей.

На рисунке (рис. 1) приведена статистическая диаграмма, из которой видно, что количество циклически используемой воды растет.

В 2000 году в обороте было 133.5 млрд. м<sup>3</sup>, а к 2019 году стало 144.2 млрд. м<sup>3</sup> [1]. Обратим внимание, что достаточно большой разрыв наблюдается между 2019 и 2020 годом, во время пандемии ряд производств был приостановлен, что негативно сказалось на экономике, но во многом положительно на экологии. Исследования показывают, что ограничительные меры, падающий потребительский спрос и падение курса рубля отрицательно повлияли на предприятия, поэтому большинство компаний претерпевали негативные изменения, в частности сокращали производственные масштабы [3]. На количестве оборотно и последовательно используемой воды это сказалось положительно, с 2019 по 2020 год количество уменьшилось на 3.1 млрд. м<sup>3</sup>. В расчет не включался пропуск воды через гидроузлы [2].

Использование воды таким способом чревато загрязнением источников, соответственно государство принимает меры по сокращению количества используемых источников, инженеры совершенствуют очистные сооружения. Например, в последнее время появляется тенденция на бессточные водные системы, иначе замкнутые. Такой способ наиболее безопасен, в качестве источника тут используют очищенные бытовые и промышленные сточные воды, а производство является безотходным. Не все предприятия используют такую систему, в сравнении с альтернативными, велика стоимость и эксплуатационные расходы. Необходимо отметить, что несмотря на высокую стоимость, есть плюсы и с экономической точки зрения: снижаются затраты на промышленную воду, снижается налог на использование промышленной воды, соответственно система спустя время окупается.

В фармацевтике или пищевой промышленности применять подобную систему не получится, но в тяжелой промышленности это возможно и наиболее экологически безопасно. Актуальна система в целлюлозно-бумажной промышленности, здесь вода — основной компонент технологического процесса, более того, это одно из наиболее водозатратных направлений в промышленности, а значит, необходимо сократить количество забора свежей и выброса использованной воды.

В России есть предприятия с функционирующими бессточными системами. Предприятие «ЕвроХим<sup>1</sup>» в 2012 году стало одним из первых, кто внедрил систему бессточного водопользования, за ним последовали и другие. Первым делом для введения системы в эксплуатацию были построены очистные сооружения для прогонки хозяйственно-бытовых сточных вод, мощность сооружений — 1 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, далее был составлен реальный баланс водопользования и проведены

<sup>1</sup> Предприятие, специализирующееся на минеральных удобрениях

Таблица 1. Показатели по ЦФО за 2020 год

Центральный федеральный округ	Забор из природных водных источников для использования	Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты	Из них загрязненных сточных вод
Белгородская область	248,4	141,4	65,9
Брянская область	97,7	59	49,7
Владимирская область	151	99	95
Воронежская область	425,5	200,3	118,2
Ивановская область	101,1	84,3	60
Калужская область	124,9	80,5	71,9
Костромская область	1146,4	1146,6	36,8
Курская область	220,1	84,7	10,9
Липецкая область	175,5	75,6	68,2
Московская область	2460,3	1101,2	853
Орловская область	73,7	50,3	45,6
Рязанская область	152,8	114,5	71,5
Смоленская область	142,7	58,3	44,7
Тамбовская область	106,5	50,7	40,8
Тверская область	1045,3	943,5	65,9
Тульская область	281,9	158,4	152,2
Ярославская область	194,9	163,3	159,3
г. Москва	674,4	1025,2	798,6

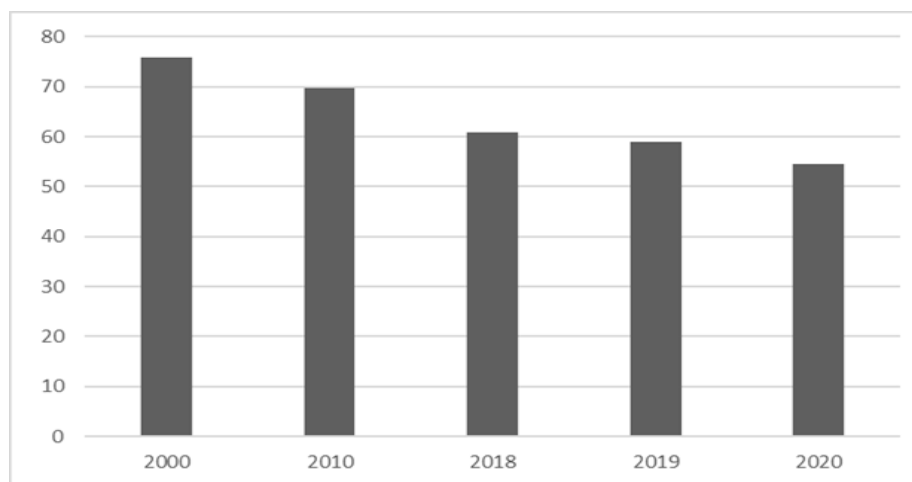


Рис. 2. Забор воды из природных водных источников для использования, млрд. м³

мероприятия, оптимизирующие расходы. На последнем этапе были разработаны способы возврата загрязнённых предприятием вод и ливневых стоков. Была проведена система, сливающая сточные воды в аккумулирующий резервуар.

На диаграмме (рис. 2) можно увидеть снижение количества забора воды из природных источников.

Как показывает статистика, уже к 2017 году количество забора значительно сократилось, вместе

с забором постепенно сокращается и объем сброса загрязненных сточных вод, так, по данным Росводресурсов с 2000 по 2019 год их сброс сократился с 20,3 млрд. м³ до 12,6 млрд. м³ [1], а в 2020 сброс составил 11,7 млрд. м³ [3], связать последний факт можно со снижением количества используемой предприятиями воды из-за пандемии. Сточные воды подразделяются на три типа: бытовые, промышленные и поверхностные. Последние образуются после ливневых осадков, таяния снега. Сброс сточных вод регулируется Водным кодексом Российской Федера-

ции и Федеральным законом от 10.01.2002 “Об охране окружающей среды”.

Обратимся к региональной статистике (табл. 1): на ней отчетливо видно, что с ростом городской агломерации растет количество выбрасываемых загрязненных сточных вод.

Так в Центральном федеральном округе за 2020 год самые высокие показатели в Московской области, в то время как в Курской области самые низкие. Связаны эти показатели не только с численностью населения и количеством сливаемых ими вод в стоки, но и с деятельностью предприятий и качеством очистных сооружений. Доказать это несложно, необходимо найти города с примерно равной численностью населения и сравнить показатели по сбросу стоков и их очистке.

Сравним две области Курскую и Калужскую в первой численность населения 1100248, во второй 1001777 человек<sup>1</sup>. Притом выбросы загрязненной сточной воды в 2020 году в Курской области составляют 10,9 млн. м<sup>3</sup>, а в Калужской области 71.9 млн. м<sup>3</sup> [2]. В Калужской области ведущая отрасль — машиностроение [4] (ООО «Фольксваген Груп Рус», АО «Вольво восток», ООО «Меркатор») вода очень важна в технологических процессах при изготовлении машин. Как маленькие, так и большие составляющие части должны охлаждаться или подогреваться, при работе с металлами необходимы реагенты, которые тоже не могут быть изготовлены без должного водоснабжения. Еще одна развитая в Калужской области промышленность — целлюлозно-бумажная (ООО «Архбум Тисью Групп», АО «Троицкая бумажная фабрика», ООО «Полотняно-заводская бумажная мануфактура»), как писалось выше, подобные предприятия одни из самых водозатратных, если предприятием не используется бессточная система. Теперь рассмотрим предприятия Курской области. Ссылаясь на статистику, можно увидеть, что в области значительно меньше обрабатывающей промышленности. Так, в статистическом ежегоднике указано, что объем товаров, работ и услуг в обрабатывающем производстве в упомянутой области составил 882 806 млн. рублей, а во второй 197 466 млн. рублей<sup>2</sup>. Показатели отличаются в 4,5 раза, что дает сделать вывод о больших масштабах производства в Калужской области, а соответственно и большем количестве сточных вод.

Интересно отметить, что в Курской области есть еще один фактор, объясняющий такое сравнительно

небольшое количество сточных вод — биологические пруды [5]. Суть процесса заключается в естественном самоочищении воды высшими водными растениями. Растения выполняют ряд функций: во-первых, осаждают взвешенные вещества, во-вторых, поглощают ряд химических элементов, входящих в состав клеток, и некоторые органические вещества, в-третьих, окисляют воду (насыщают O<sub>2</sub>) и в-четвертых, они нейтрализуют некоторые токсичные вещества. При доочистке вод в таких прудах наблюдается более глубокое биологическое очищение в сравнении с традиционными методами. Биологические пруды экономически более выгодная технология, но требует большой территории для размещения. В Курской области сооружено 28 биологических прудов, каждый из которых очищает сточные воды, 19 из этих прудов бессточны, Таким образом, используя биологические пруды можно достигнуть гораздо меньших показателей по количеству сточных вод.

Наивысший показатель количества сточных вод в ЦФО и во всей России наблюдается в Московской области<sup>3</sup>. Обусловлено это не только большой численностью населения, именно в Московской области расположено большинство ведущих промышленных предприятий России. Объем товаров, работ и услуг в Московской области составил 3 014 481 млн. рублей<sup>4</sup>, что существенно превосходит другие субъекты. Правительство области занялось поиском решений водного вопроса, поэтому в 2019 году начало модернизацию 16 водоочистных сооружений, завершение работ было запланировано на 2021 год, но, в связи с пандемией, завершение объектов перенесено на второй квартал 2023 года<sup>5</sup>, поэтому показатели статистики в будущем, вероятно, улучшатся.

Вместе со сточными водами сбрасываются химические элементы, их количество тоже фиксируется в статистическом ежегоднике. Учитываются показатели количества хлоридов, нитрат-анионов, сульфатов, природных жиров, ртути<sup>6</sup>, фенола и свинца.

Важно заметить, что с 2010 года наблюдается сокращение количества сбросов ртути в сточные воды. В 2000 году со сточными водами сливалось 0,16 т, а к 2010 количество уменьшилось до 0.01 т, то есть количество сократилось на 94%. Связать это можно с усилением контроля, согласно федеральным законам от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» ст. 4.1 ч. 2 определяет перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регули-

<sup>1</sup> По данным Росстата средняя численность постоянного населения за 2020 год

<sup>2</sup> По данным Росстата общеэкономические показатели промышленного производства

<sup>3</sup> Без учета г. Москва

<sup>4</sup> По данным Росстата общеэкономические показатели промышленного производства

<sup>5</sup> Официальный сайт правительства Московской области

<sup>6</sup> С 2017 года учитываются и соединения ртути

рования в области охраны окружающей среды. В данный перечень входит ртуть и ее соединения. Ртуть токсичный металл, даже в небольших концентрациях он способен вызывать тошноту, рвоту, в больших концентрациях ртуть оказывает негативное воздействие на нервную систему. Крайне негативно влияет на обитателей водоемов. Основным источником загрязнения ртутью — хлор-щелочное производство в химической промышленности, некоторое количество может попадать из медицинских учреждений при нарушении целостности термометров, также влияние могут оказывать ртутьсодержащие приборы, изготовленные давно, но эксплуатируемые по сей день [6]. В основе большинства способов выделения ртути лежит его взаимодействие с активированным углем и другими химическими соединениями. В СССР было изобретено много способов очищения воды от примесей ртути. Например, Н.С. Балыкин изобрел 100% очистку воды от ртути. Активированный уголь обрабатывают 20% раствором тиосульфата натрия. Процесс проводится в кислой среде при pH 1–7 в течение 10–15 минут [7].

Рассмотрим показатели свинца, здесь тоже с 2000 (34,9 т) по 2010 (9,0 т) наблюдается падение сброса на 74% и далее с 2010 по 2020 год постепенное снижение его количества в сточных водах. Тяжелый металл поступает с металлообрабатывающих производств. Соединения свинца достаточно устойчивы. Особенно сложно извлечение свинца в дисперсной фазе (гидроксид свинца), дисперсность здесь высока, а коагуляция крайне низка. Очистку от свинца обычно проводят с помощью активированного угля, но более жесткие требования предполагают более эффективную очистку. Высокой степени очистки можно достигнуть вводом сернокислых или щелочных солей Cu, Zn, Ni, Sn при значении pH 9–10. При пропуске через подобную систему можно достигнуть степени очистки от 95 до 99%. Отделение воды от металлов проводится посредством электрофлотации [8]. Избыток свинца чреват поражением головного мозга, анемией, интоксикацией. При сбросе в водные объекты металл аккумулируется в растениях, а далее может переходить на более высокие трофические уровни. На примере свинца также можно увидеть усиление контроля над выбросом химических веществ в сточные воды после выпуска выше описанного закона, свинец тоже входит в перечень подконтрольных химических веществ.

Хлориды представляют собой кислый остаток и ион металла. Они портят качество воды, делая ее непригодной для хозяйственной деятельности, отрицательно влияют на ЖКТ и пищеварение, а также влияют на активность микроорганизмов. Хлориды делятся на хлориды органического и неорганического происхождения. Первые образуются при разложении отходов выделительной системы, определяются по большому ко-

личеству аммиака и сильной окисляемости, вторые же появляются в стоках предприятий при обеззараживании воды. Динамика отражает постепенное снижение количества хлоридов в сточных водах, это объясняется повышением эффективности очистных сооружений и их модернизации. Одним из самых прогрессивных способов очистки является обратный осмос. Технология заключается в следующем: вода пропускается через мембрану обратного осмоса, поры мембраны пропускают воду, но задерживают хлориды, ртуть, свинец, сульфаты и другие элементы. Как результат, наблюдается высокая степень очистки. Отрицательная сторона метода — его дороговизна и низкий уровень производительности. Из наиболее бюджетных способов очистки хлорид- и сульфатсодержащей воды выделяют ионный обмен. Здесь иная технология: фильтры изготавливаются из ионообменных смол с полистирольной матрицей. Они хорошо выдерживают осмотический шок, поэтому считаются эффективными в отношении очистки [9].

Содержание нитрат-анионов, в отличие от других химических веществ сильно повысилось в 2010 году, было выброшено 366,4 тыс. т, в то время как в 2000 выброс составлял 208,5 тыс. т. Соли нитратов хорошо растворимы в воде, среди загрязняющих веществ, процент их содержания в воде самый большой. Выделяют несколько методов очистки сточных вод от нитратов. Широко распространен ионообменный метод. Вода пропускается через фильтры, содержащие ионообменную смолу. В процессе фильтрации происходит обмен ионами и очищение вод от нитрат-анионов. Наиболее перспективен метод очистки от нитратов мембранным способом, суть его заключается в разности давлений при прохождении вод сквозь мембраны. Для очистки может использоваться описанный выше обратный осмос.

Загрязнение вод природными жирами наиболее распространено в пищевой промышленности. Есть много способов очистить воду от жиров: очистку можно проводить с помощью механических, физико-химических, химических и биологических методов. В первом случае жиры выводятся при помощи решеток, отстойников, фильтров. На пищевых предприятиях обычно в качестве основного используется именно механический метод очистки, а далее для более качественной очистки используют биологический или физико-химический метод. Физико-химический метод представляет собой окисление, коагуляцию или сорбцию жиров, химический — применение реагентов, а при биологическом методе проводится посредством бактерий и простейших. Как показывает статистика, методы совершенствуются. За двадцать лет<sup>1</sup> показатели выброса

<sup>1</sup> С 2000 по 2020 г

жиров со сточными водами сократились с 15,2 тыс. т до 1,6 тыс. т [2,3], объяснить это также можно модернизацией очистных сооружений и усилением контроля над промышленными предприятиями.

Подводя итоги проделанной работы, хочется отметить, что приведенные динамики отражают тенденцию к сокращению изъятия воды из природных источников. Показатели оборотного и последовательного использования воды растут, что положительно влияет на объемы изымаемой воды. Пандемия положительно сказалась на экологии и в частности на количестве забора

природных вод, оно сократилось, то же произошло и со вторым описанным показателем. В статье были рассмотрены показатели по количеству загрязненных сточных вод в регионах ЦФО за 2020 год, были выявлены области с наиболее низкими показателями и наиболее высокими показателями. Рассмотрены причины возникновения высоких показателей и меры, принятые для поддержания низких. Изучены показатели сброса химических веществ со сточными водами, включая тяжелые металлы. Приведен ряд методов для очистки сточных вод и проанализированы причины снижения количества загрязняющих веществ в сточных водах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малков П.В. Российский статистический ежегодник // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). — 2020
2. Основные показатели охраны окружающей среды // Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). — 2021
3. Исследование влияния пандемии COVID-19 на российский бизнес // РБК исследования рынков. — 2020
4. Крылова, Л.А. Анализ водопользователей и мониторинг сброса промышленных стоков в канализацию города / Л.А. Крылова, О.В. Яковлева, М.И. Морозенко // Успехи современного естествознания. — 2018. — № 12. — С. 149–154.
5. Борзенков, А.А. Применение биологических прудов для доочистки сточных вод в Курской области / А.А. Борзенков, М.В. Кумани, Д.И. Лукьянчиков // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. — 2010. — № 1(13). — С. 94–101.
6. Романов Александр Владимирович Игнатъева Юлия Сергеевна Морозова Ирина Александровна Ртутное загрязнение в России: проблемы и рекомендации С. 35–36
7. Авторское свидетельство № 929590 А1 СССР, МПК C02F 1/62, C02F 101/20, C02F 103/16. Способ очистки сточных вод от ртути: № 2957775: заявл. 11.06.1980: опубл. 23.05.1982 / Н.С. Балыкин; заявитель Усольское производственное объединение «ХИМПРОМ».
8. Повышение эффективности очистки промышленных сточных вод от свинца с применением электрофлотации / А.В. Перфильева, В.И. Ильин, В.А. Колесников, Г.И. Канделаки // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. — 2009. — № 2. — С. 59–60.
9. Бикзинурова, А.Р. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод от сульфатов и хлоридов / А.Р. Бикзинурова // Сборники конференций НИЦ Социосфера. — 2017. — № 11. — С. 103–105.
10. Гуляева, В.И. Методы очистки природной воды от нитратов / В.И. Гуляева // Аллея науки. — 2020. — Т. 1. — № 6(45). — С. 350–354.

© Чубенко Тамара Владимировна ( 10322201888@rudn.ru ), Германова Светлана Евгеньевна ( germanova-se@rudn.ru ),  
Самброс Наталия Борисовна ( sambros-nb@rudn.ru ), Петухов Николай Владимирович ( petukhov-nv@rudn.ru ),  
Рыжова Татьяна Александровна ( ryzhova-ta@rudn.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»