

**Комитет природных ресурсов по Республике Мордовия
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева
Министерство экологии и природопользования Республики Мордовия**

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИХ ОСВОЕНИЯ**

**Саранск
1999**

УДК 556 (470.345)
ББК Д22
В 623

**Работа выполнена по Региональной целевой программе
"Обеспечение населения Республики Мордовия
питьевой водой до 2010 года",
по Федеральной целевой программе "Государственная поддержка
интеграции высшего образования и фундаментальной науки"
(проект К-0004)
и по гранту Правительства Республики Мордовия
"Территориальная комплексная схема
охраны природы Республики Мордовия
на базе ГИС-технологий"**

Редакционная группа: *С. И. Горенков, Г. В. Гришаков, В. А. Гуляев, Б. И. Кочуров, Ю. И. Рыбин, А. А. Свиридов, Л. М. Талалаевский, А. М. Шутов, А. А. Ямашкин* (отв. редактор)

Авторский коллектив: **А. А. Ямашкин, В. Н. Сафонов, А. М. Шутов, А. А. Свиридов, Б. И. Кочуров, Н. Е. Сафонова, Т. В. Володина, А. В. Кирюшин, В. И. Кранков, В. К. Киревичев, С. К. Порунов, Ю. К. Стульцев, В. Ф. Федотова, Ю. Д. Федотов, В. А. Моисеенко, Н. В. Бучацкая, С. И. Миронов**

В 623 Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения / А. А. Ямашкин, В. Н. Сафонов, А. М. Шутов и др. – Саранск, 1999. – 188 с.
Water resources of Republic Mordovia and geo-ecological problems of their development / A. A. Yamashkin, V. N. Safonov, A. M. Shutov and others. – Saransk, 1999. - 188 p.

ISBN 5-7493-0223-7

Содержатся полные и систематизированные сведения о водных ресурсах Мордовии, необходимые при планировании хозяйственного освоения территории, проектировании систем расселения, промышленных объектов, рекреационных зон, разработке природоохранных мероприятий.

Работа основана на анализе полевых и экспедиционных исследований Научно-производственного центра экологических исследований Мордовского государственного университета и изучения фондовых материалов Комитета природных ресурсов по Республике Мордовия, Государственного учреждения "Гидрогеолого-мелиоративная партия" и Управления "Мордовмелиоводхоз".

Для проектировщиков, географов, биологов и других специалистов в области природопользования и охраны природы.

В $\frac{-041}{к46(03)-99}$ без объявл.

ISBN 5-7493-0223-7

© Авторский коллектив, 1999

Анатолий Александрович Ямашкин
Владилен Николаевич Сафонов
Александр Михайлович Шутов
Борис Иванович Кочуров
Нина Евгеньевна Сафонова
Татьяна Владимировна Володина
Александр Владимирович Кирюшин
Василий Иванович Кранков
Валерий Константинович Киревичев
Сергей Кузьмич Порунов
Анатолий Афанасьевич Свиридов
Юрий Константинович Стульцев
Валентина Филипповна Федотова
Юрий Дмитриевич Федотов
Владимир Алексеевич Моисеенко
Наталья Вячеславовна Бучацкая
Сергей Иванович Миронов

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИХ ОСВОЕНИЯ**

Научное издание

Компьютерные макет и верстка произведены в Научно-производственном центре экологических исследований Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева: Саранск, ул. Советская, 24, 217.

ВВЕДЕНИЕ

Вода является природным ресурсом повсеместного и многостороннего значения. В хозяйственной деятельности водные ресурсы используются с изъятием и без изъятия из источника, а также для сброса сточных вод.

Водные ресурсы Земли включают реки, озера, водохранилища, каналы, моря, океаны, подземные воды, почвенную влагу, воду ледников и снежного покрова. Считается, что общий объем водных ресурсов составляет 1 390 млн. м³, из них около 1 340 млн км³ – воды Мирового океана. Менее 3 % водных ресурсов (35,8 млн км³) относится к пресным водам.

С ростом населения и развитием производства потребность в пресной воде увеличивается, но вместе с тем происходит уменьшение ее запасов в результате загрязнения отходами жизнедеятельности. Кроме того, ресурсы пресных вод крайне неравномерно размещены по регионам мира.

Особенностью Российской Федерации является ее высокая обеспеченность водными ресурсами (средний годовой сток – 4 262 км³). Из них для различных нужд используется пока незначительная часть: из рек изымается менее 2,5 % среднегодового многолетнего стока и совсем немного – из подземных водных источников. По данным Государственного водного кадастра, суммарный забор воды из природных объектов в последние годы сокращается. Так, в 1993 г. в целом изъятие составило 105 км³, в 1997 г. – 90,2 км³, что связано главным образом с общим падением производства в стране и сокращением водопользования.

Ресурсы поверхностных вод неравномерно распределены по территории России. Так, около 90 % годового объема речного стока приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов, менее 8 % – на бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80 % населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал. Регионам этой части страны приходится решать сложные проблемы водоснабжения. Практически исчерпаны возможности безвозвратного водоотбора в бассейнах рек Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и др.

Вместе с тем не прямое потребление гидроресурсов вызывает нехватку пресных вод в тех или иных регионах, а их качественное истощение. Все более значительную часть круговорота пресных вод стали составлять промышленные и коммунальные стоки, которые сбрасываются в реки, озера и моря. Объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, составил в 1997 г. в России 59,3 км³, из них 39 % (23 км³) отнесены к категории "загрязненных". Основной объем таких вод приходится на предприятия жилищно-

коммунального хозяйства (52 %) и промышленности (32 %). Из-за перегруженности очистных сооружений лишь 10 % всех вод проходят нормальную очистку.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в России являются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества (по БПК), соединения металлов, аммонийный и нитратный азот, а также специфические загрязнители. Основным источником их поступления – сточные воды различных видов производств, предприятий коммунального и сельского хозяйства, смыв с почв и попадание в поверхностные воды при авариях.

Очень острая гидрологическая ситуация сложилась на многих реках России. Такие крупные реки, как Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора, оцениваются как "загрязненные", а их крупные притоки – Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура, а также Урал – как "сильно загрязненные".

Крайне неблагоприятная ситуация сложилась на малых реках, особенно в зоне крупных промышленных центров, из-за поступления в них с поверхностным стоком и сточными водами большого количества загрязняющих веществ. Значительный урон малым рекам наносится в сельскохозяйственных районах в результате нарушения природоохранного режима в водоохраных зонах и попадания в водотоки загрязняющих веществ, а также смыва почв в результате водной эрозии.

С каждым годом все более значительные объемы воды расходуются на разбавление как очищенных, так и неочищенных стоков. В результате во многих регионах России произошло качественное истощение водных ресурсов.

Очень опасным источником загрязнения являются нефтепродукты. Даже небольшое количество нефти в водоеме может резко уменьшить или даже свести к минимуму способность вод к самоочищению. Значительную угрозу представляют минеральные удобрения и ядохимикаты. Насыщение водоемов минеральными веществами приводит к их эвтрофикации. В последние годы также широкое распространение получило тепловое загрязнение водоемов.

Эксплуатационные запасы разведанных месторождений подземных вод составляют на территории России 30,1 км³ в год. В 1997 г. общий их отбор составил 14,4 км³. Для хозяйственных нужд использовано 12,2 км³, в том числе на хозяйственно-питьевое водоснабжение – 75,6 %, производственно-технические нужды – 21,6 %, орошение и обводнение земель – 2,8 %. Выявлено около 2 000 очагов загрязнения подземных вод, имеющих преимущественно локальный характер. Основными веществами, загрязняющими подземные воды, являются сульфаты, хлориды, соединения азота, тяжелые металлы. Наибольшую экологическую опасность представляет загрязнение на водозаборах питьевого водоснабжения.

Для организации охраны вод от истощения и загрязнения крайне важно располагать данными о их состоянии, а также о том, какое количество тех или иных стоков может быть очищено естественным путем, за какое время и на каком расстоянии от места сброса. Состояние вод оценивается различными методами. Наиболее распространенным является нормативный подход, когда оценка осуществляется путем сравнения присутствующих в воде веществ с их ПДК и другими нормативными показателями, принятыми для объектов водопользования. Однако этот метод имеет свои недостатки: он не учитывает проявлений синергизма и антагонизма при совместном воздействии загрязняющих веществ; незначительно количество экспериментальных наблюдений при установлении значений ПДК. Имеются данные, что долговременный эффект низких доз загрязняющих веществ может иметь более сильное негативное

влияние на популяцию водных организмов, чем острое, но кратковременное воздействие.

Перспективным способом оценки состояния вод является гидро-геохимическое картографирование на ландшафтной или ландшафтно-бассейновой основе с последующим обоснованием сети мониторинга. Полученная информация является основой для прогноза всей геосистемы бассейна. В последнее время широко применяется компьютерное моделирование гидро-технических процессов загрязнения поверхностных и подземных вод с использованием специальных программ.

Учитывая современное состояние водных ресурсов, необходимо провести комплекс физико-географических, гидрогеологических и экологических исследований, предусматривающих следующие направления:

- оценка современной и ожидаемой гидроэкологической и водохозяйственной ситуации в регионе;
- анализ экологического состояния бассейнов всех рек;
- разработка научных основ создания системы экологического, гидрохимического и гидрологического мониторинга;
- изучение процессов миграции и трансформации загрязняющих веществ в ландшафтах и водных объектах;
- оценка санитарно-гигиенических условий водопользования.

Главной целью экологической оценки состояния вод региона является разработка рекомендаций, обеспечивающих рациональное использование ресурсов поверхностных и подземных вод и их охрану от истощения и загрязнения. Основными задачами при этом являются:

- комплексный анализ поверхностных и подземных вод региона;
- выявление наиболее неблагоприятных в гидроэкологическом отношении территорий;
- определение основных антропогенных источников загрязнения вод;
- характеристика балансов водопользования и состояния очистных сооружений;
- установление потребностей в воде и источников водоснабжения;
- оценка эффективности применяемых вариантов систем водопользования.

Рациональное использование водных ресурсов включает информационное обеспечение органов управления и экономико-правовую базу охраны и сохранения водных ресурсов. Основой информационного обеспечения служит экологический мониторинг водных объектов, главной целью которого является получение полной информации о качестве вод. Экономико-правовой механизм регулирования водопользования предназначен для принятия мер по минимизации и предотвращению загрязнения водных объектов. Он включает финансово-экономические инструменты охраны вод, лицензирование, нормирование и лимитирование водопользования, экологический контроль и экспертизу. Наиболее важными компонентами этой системы являются плата за воду, налоги, штрафы за загрязнение водной среды, экологическое страхование и экологические фонды.

Многие из перечисленных проблем актуальны для территории Мордовии. Их анализ и предложения по оптимизации хозяйственного освоения водных ресурсов республики содержатся в этой книге.

1. ИСТОРИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МОРДОВИИ

Вода – ценнейший вид природных ресурсов, играющий важную роль в процессе хозяйственного освоения территории. Водные ресурсы складываются из поверхностных и подземных вод, которые могут быть использованы для различных целей в народном хозяйстве. В Мордовии основные водные ресурсы размещаются в реках, озерах, водохранилищах, подземных водоносных горизонтах, а также содержатся в виде водяных паров в атмосфере. По рекам проходят важнейшие трассы освоения региона. Они во многом определяют пространственную картину современной освоенности ландшафтов, используются в качестве предмета потребления, средств труда, источника энергии, сырья. В последние годы водные системы служат коллекторами и резервуарами для сбросов промышленных отходов.

Анализ истории исследования водных ресурсов Мордовии дает основание сделать заключение о том, что временные интервалы изучения тесно связаны с особенностями хозяйственного освоения территории. В этой связи выделяются следующие периоды [Ямашкин, 1998]:

- древнейший этап накопления информации о качестве природной среды;
- этап первых страноведческих работ;
- этап первых тематических исследований;
- этап отраслевых исследований водных ресурсов и организации регулярных стационарных наблюдений за поверхностными и подземными водами;
- современный этап физико-географических исследований, включающий организацию системы регионального мониторинга окружающей среды и ГИС-технологий.

Древнейший этап накопления информации о качестве природной среды. История исследований водных ресурсов на первых этапах хозяйственного освоения региона неразрывно связана с общим физико-географическим познанием природных компонентов и комплексов. Различными этносами накапливались и передавались из поколения в поколение знания о природных условиях и ресурсах региона. Они определяли характер адаптации людей к среде обитания через развитие материальной и духовной культуры.

Общая структура гидрографической сети междуречья Оки и Волги, заселенного мордовскими племенами, зафиксирована на картах А. Хиршфогеля (XVI в.), С. фон Герберштейна (XVI в.), Г. Меркатора (XVI в.), А. Дженкинсона (XVI в.), Дж. Гастальдо (XVI в.), Г. Сансона (XVII в.), Г. Герритса (XVII в.).

На мелкомасштабных картах гидрографическая сеть сильно искажена, указание естественной растительности (лесов) носит символический характер.

Начало **этапа первых страноведческих работ** условно можно датировать XVII в. В хозяйственном освоении территории Мордовии активное участие начинают принимать русские переселенцы. Их передвижение связано в основном с освоением земельных и лесных ресурсов. Трассы освоения тяготеют к рекам, на берегах которых развивается система расселения. К числу первых документальных материалов о природе, особенностях освоения территории и хозяйстве региона относятся "Писцовые книги письма и меры Дмитрия Пушечникова да подьячего Афанасия Костяева ..." (1624-1627 гг.). Эти материалы были глубоко изучены А.А. Герасимовым [1930, 1938]. Историко-географический анализ показывает, что речная сеть является важнейшим фактором расселения в этот период.

Пионерное исследование региона во второй половине XVIII в. провела экспедиция под руководством П. С. Палласа [1809]. В ее материалах содержится общая информация о природе края и особенностях хозяйственной деятельности населения в бассейнах Инсара и Иссы. В XVIII в. начинаются исследования лесов Мордовии. Работы велись с целью инвентаризации корабельных рощ. Производилось разделение рощ на кварталы, описание местобитаний, таксация и составление планов хозяйственных мероприятий. С целью удовлетворения государственных нужд в лесе и обеспечения кораблестроения строительными материалами законами Петра I (1703-1705 гг.) предписывалось описывать все леса вдоль больших рек на 50 верст, а вдоль малых – на 20 верст. Выделенные лесные полосы объявлялись заповедными.

Большое значение для изучения динамики поверхностных вод Мордовии имеют материалы Генерального межевания земель (1780-1825 гг.). Впервые в результате этих работ были созданы крупномасштабные карты уездов (2 версты в дюйме) и городов (100 сажень в дюйме), на которых детально отображается гидрографическая сеть (реки, озера, болота, избыточно увлажненные территории). Значительный интерес при географических исследованиях имеют также "Экономические примечания к картам Генерального межевания", в которых содержится не только разнообразная информация о социально-экономических объектах (землях, населенных пунктах и т. д.), но и качественные и количественные характеристики рек, озер, лесов. На основе проведенной нами обработки рукописных карт можно сделать однозначный вывод об устойчивом сокращении лесистости территории Мордовии. Если в середине XVII в. она оценивалась примерно в 50 %, то в середине XVIII в. сократилась до 43 % [Ямашкин, 1998].

Картографические работы на территории Мордовии были продолжены при военно-топографической съемке, проведенной в 60-х гг. XIX в. А. И. Менде. Ее результаты представлены картами масштаба 2 версты в дюйме. Важной отличительной чертой этих картографических произведений по сравнению с картами Генерального межевания земель является учет рельефа. Кроме того, в них содержится информация о реках, озерах, болотах, лесах, а также особенностях их использования.

Этап первых тематических исследований начинается с середины XIX в. Ими были охвачены почти все природные компоненты. Изучение геологического строения стимулируется активным освоением полезных ископаемых. Значительный вклад в этой области внесли А. П. Павлов, В. И. Миллер, И. Ф. Синцов, С. Н. Никитин, А. А. Богословский, А. Д. Архангельский, О. К. Ланге, Г. Ф. Мирчинк. Исследователями была проведена геологическая

съемка десятиверстного масштаба, выработаны основные стратиграфические схемы, установлены отдельные элементы тектонического строения, выявлены основные закономерности гидрогеологического строения территории, инженерно-геологические свойства горных пород и характер рельефа.

В конце XIX в. начинается освоение артезианских вод. В 1893 г. на железнодорожной станции Самаевка Ковылкинского района была построена первая артезианская скважина (глубина 166,5 м), а в 1902 г. такая же скважина сооружена в г. Краснослободске (глубина 39,7 м). Первая гидрогеологическая информация по территории Мордовии появилась в трудах С. Н. Никитина, В. П. Амалицкого, А. А. Штуккенберга. В послереволюционное время работы проводились в мелком масштабе на основе анализа ранее полученных данных. В этот период обобщаются имеющиеся материалы по стратиграфическому подразделению, тектоническим условиям, составляются мелкомасштабные карты, тем самым закладывается основа для гидрогеологического картирования водоносных комплексов.

Важное значение для изучения динамики водных ресурсов имеет организация в последние годы XIX в. на территории Мордовии станций по наблюдению за атмосферой в городах Ардатов (1895, 1915), Инсар (1891, 1915), Краснослободск (1891, 1893), Темников (1891, 1901), селах Атемар (1898, 1904), Большие Березники (1844, 1902), Троицк (1893, 1914), Трофимовщина (1891, 1903). Полученные по ним данные создают условия для исследования многолетнего режима обеспеченности ресурсами речного стока.

В конце XIX – начале XX в. на территории Нижегородской губернии, часть которой в настоящее время составляет северо-восточную Мордовию, были проведены первые в России исследования почв. Их результаты изложены в классическом труде В. В. Докучаева "Русский чернозем". В 1909, 1911 гг. исследования распространились на центральную и западную части Мордовии. Используя полученные данные, Н. А. Димо, М. М. Филатов, И. А. Шульга составили почвенную карту Пензенской губернии масштаба 15 верст в 1 дюйме. Аналогичные работы проводились в Тамбовской губернии. Нужно отметить, что изучение почв носило комплексный характер: почва рассматривалась как результат взаимодействия всех компонентов ландшафта, что дало возможность, используя ландшафтно-индикационный метод, картировать состояние гидроморфности геокомплексов в начале XX в.

Этап отраслевых исследований водных ресурсов и организации регулярных стационарных наблюдений за поверхностными и подземными водами начинается в 20-30-х гг. Значительная активизация исследований природно-ресурсного потенциала региона происходит после выделения Мордовии в качестве отдельной административно-территориальной единицы, сначала – автономной области, позднее – автономной республики. Этот этап целесообразно подразделить на периоды: до 50-х гг.; 1950-1974 гг.; 1975-1990 гг. и современный.

До середины XX века развитие промышленности Мордовии определялось состоянием местной сырьевой базы и условиями природной среды. Наиболее значительными достижениями в промышленности Мордовии в первой половине текущего столетия были: реконструкция Кондровской бумажной фабрики, строительство лесозавода в с. Симкино, кожевенного завода в Темникове, экстрактного завода "Дубитель", деревообрабатывающих комбинатов в Ичалках и Умете, консервного завода и котонинной фабрики в Саранске, нескольких спирто-водочных, лесопильных заводов, пенькозаводов, малых гидроэлектростанций и мельниц. В Саранске началось строительство ТЭЦ.

Развитие промышленности и реорганизация сельского хозяйства в 30-х гг. увеличивает потребность в водных ресурсах. В связи с этим активизируется освоение подземных вод. Увеличивается число артезианских скважин в Ковылкинском, Краснослободском, Рузаевском, Атяшевском, Zubово-Полянском, Инсарском, Кочкуровском и Темниковском районах. В период Великой Отечественной войны и послевоенные годы особенно активно новые скважины сооружаются в Саранске.

В первой половине XX в. на значительную часть Мордовии создаются среднemasштабные геологические карты. В этих работах активное участие приняли А. С. Моисеев, А. С. Шатский, Л. А. Юшко, А. Д. Архангельский, В. Н. Соловьев, Г. И. Блом и др. Уточняются стратиграфические подразделения, тектонические структуры.

Если в 30-х гг. наблюдения за состоянием атмосферы велись с большими перерывами, то с 40-х гг. начинаются регулярные наблюдения за динамикой климата на станциях городов Краснослободск, Саранск, Темников, сел Авдалово, Старое Шайгово, Дубенки, Старое Девичье, поселка Чамзинка, станции Торбеево (все с 1944 г.), сел Атяшево (с 1946 г.), Большие Березники (с 1947 г.), города Ковылкино (с 1952 г.), сел Сивинь, Паево (с 1953 г.). Важно отметить, что отдельные режимные наблюдения проводились и в трудные годы Великой Отечественной войны.

Регулярные наблюдения за режимом рек Мордовии начинаются с 30-х гг. Организуются посты на Мокше (г. Темников), Иссе (с. Паево), Сивини (с. Сивинь), Ваде (с. Авдалово), Суре (с. Кадышево), Алатыре (п. Тургенево), Инсаре (г. Саранск). В 50-х гг. В. М. Сундуковым была сделана первая оценка запасов поверхностных вод [1955].

В период 1950-1974 гг. начинают проявляться долгосрочные тенденции хозяйственного освоения и геоэкологической трансформации ландшафтов Мордовии. Они проявляются в установлении трендов к уменьшению численности населения, особенно сельского, усилению специализации сельского хозяйства, увеличению производственных фондов с концентрацией их в промышленных узлах.

С середины XX в. на территории Поволжья, в том числе и в Мордовии, начинаются исследования на перспективу нефтегазоносности. Развертываются работы по геологической, а позднее геолого-гидрогеологической съемке в масштабе 1:200 000. В результате этих работ были получены сведения о водоносности каменноугольных отложений, откартирована эродированная поверхность карбонатных пород.

Большое значение для изучения ресурсов подземных вод имело создание в 1952 году на территории республики геологической службы – Мордовской геолого-гидрогеологической экспедиции.

Первые обобщающие материалы по гидрогеологическим условиям и водоносности горизонтов представила в 1957 г. А. К. Молдавская. На составленной ею гидрогеологической карте (масштаб 1:500 000) картируются водоносные горизонты, пригодные для водоснабжения; впервые даны всесторонняя оценка каменноугольного водоносного горизонта и рекомендации для оптимизации водоснабжения г. Саранска.

С 1958 г. на территории Мордовии начинают производиться гидрогеологические изыскания для водоснабжения Саранска и Рузаевки: в 1958-1960 гг. – на участках водозаборов РТК и Саранского городского водозабора, в начале 1964 г. завершаются исследования на Пензятском участке, а в 1967 г. – на Руднинском и Рузаевском.

Анализ ресурсов подземных вод приведен Г. Г. Сафроновым в отчетах "Вода-II", "Вода-III". Ведущими специалистами Мордовской геолого-разведочной партии Г. Г. Сафроновым, Л. Г. Соломко, С. К. Поруновым обобщен большой фактический материал о эксплуатационных возможностях водоносных горизонтов. В 1964 г. ГКЗ СССР утверждены эксплуатационные запасы Саранского месторождения подземных вод.

Важное значение в картографировании региональных особенностей геологического строения имела изданная в 1961 г. под редакцией В. К. Соловьева Государственная геологическая карта СССР (лист XXXVIII).

С начала 60-х гг. начинаются комплексные геолого-гидрогеологические съемки масштаба 1:200 000. Геолого-гидрогеологические исследования в бассейнах среднего и нижнего течений Инсара и Нуи проводили А. М. Клеванская, В. Ф. Табачков, А. И. Колобова (1961); в бассейне среднего течения Мокши – М. М. Петухов, М. П. Малышева и др. (1962); в междуречье Мокши и Рудни, а также в верховьях Яваса и Лячи – И. Ф. Погребняк, В. И. Дмитриев, А. Д. Шукина (1965); в бассейне верхнего и среднего течения Инсара – М. П. Малышева (1962); в междуречьях Рудни, Инсара, Нуи и Суры – М. М. Петухов, Л. Г. Пархоменко и Л. М. Клименко (1965), в районе среднего течения Суры, в восточных районах республики и сопредельных районах Чувашии – С. С. Мальцев, Р. Р. Туманов и др. (1967-1969); в южной Мордовии – Ю. А. Наварнов, Э. А. Радик (1967), В. И. Дмитриев, К. Н. Разумова и др. (1971), В. Л. Алексеева, Г. В. Лобановская (1978), А. Ф. Андреев, Ю. А. Наварнов и др. (1979); в междуречье Пьяны и Алатыря – Н. И. Кузнецов, О. А. Богородская и др. (1971); в западной Мордовии – С. П. Бобров, Н. И. Кузнецов и др. (1980). Таким образом, к середине 70-х гг. на всей территории Мордовии заканчиваются работы по среднемасштабному геолого-гидрогеологическому картографированию.

Важными результатами региональных работ было издание в 1976 г. XI тома "Геологии СССР" и XIII тома "Гидрогеологии СССР", в которых дана обобщающая характеристика геологии, тектоники, гидрогеологии, рельефа и полезных ископаемых Среднего Поволжья.

Активное промышленное и городское строительство на территории Мордовии сопровождается аккумуляцией информации об инженерно-геологических условиях, физико-механических свойствах грунтов, сведений о глубине залегания грунтовых вод на участках строительства промышленных и гражданских сооружений, прудов и оросительно-осушительных систем.

В 1950-1975 гг. появляются публикации, раскрывающие особенности строения рельефа Мордовии. В первую очередь нужно отметить статьи Л. Н. Козловой, Ф. В. Тарасова, в которых рельеф республики рассматривается в связи с общими закономерностями дифференциации северо-западных склонов Приволжской возвышенности. Глубокий исторический анализ развития эрозионных процессов в междуречье Волги и Оки проводится Г. Г. Даниловым и М. С. Альмяшевой. Исследователи особое внимание уделяют выработке мер по борьбе с эрозией.

В 60-70-х гг. издается "Климатологический справочник СССР". Выпуск 29 содержит данные о климатических условиях территории Мордовии: температуре воздуха, атмосферных осадках, снежном покрове, ветровом режиме. Используя данные многолетних наблюдений, Е. М. Михалевская дает всестороннюю характеристику климата Мордовии. Важное значение для понимания климатических процессов на этой территории имеют работы Н. В. Колобова о климате Среднего Поволжья.

К началу 70-х гг. на реках Мордовии функционировало 14 водомерных постов. Были организованы наблюдения на реках Уркат (д. Урей), Сатис (п. Росстанье), Виндрей (с. Леплеевское), Рудня (с. Дивеев Усад), Калыша (п. Васильевка), Меня (с. Олевка). Результаты многолетних наблюдений фиксируются в справочнике "Ресурсы поверхностных вод СССР" [1973].

Качественно новые процессы определяют освоение водных ресурсов в период 1975-1990 гг.

Слабая местная топливно-сырьевая база и сравнительно благоприятные условия лесостепных ландшафтов способствовали развитию сельского хозяйства и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Размещение промышленности на территории Мордовии с середины 70-х гг. в значительной степени происходило под влиянием транспортно-географического положения. В первую очередь это отразилось на дальнейшем развитии Саранско-Рузаевского промышленного узла. С целью более полного использования трудовых ресурсов республики осуществлялись меры по включению в промышленное производство малых городов и районных центров, что вело к формированию промышленных узлов (региональных центров) в Ардатове, Ковылкине, Чамзинке и др. Здесь размещаются некоторые цеха предприятий Саранска, а также развиваются предприятия по переработке лесоматериалов и сельскохозяйственной продукции. Особенности местных ресурсов определили развитие Чамзинско-Комсомольского промышленного узла, в котором на базе нерудных полезных ископаемых было организовано производство цемента. Развитие промышленности вызвало необходимость значительно ввоза естественного газа, нефтепродуктов, каменного угля, тракторов, автомобилей, а также многих видов продукции сельского хозяйства. В то же время начинают возрастать техногенные нагрузки на поверхностные и подземные воды.

Индустриализация республики активизировала освоение подземных вод. К середине 70-х гг. все промышленные предприятия в производственных целях используют артезианские воды. Наиболее крупными их потребителями в Саранске становятся: заводы СИС-ЭВС, медицинских препаратов, "Биохимик", комбинат "Резинотехника", в Рузаевке – завод Рузхиммаш, в рп. Комсомольский – Алексеевский цементный завод, в с. Атяшево – мясокомбинат. В этот период завершается строительство централизованных водозаборных сооружений городов Саранска (Пензятский и Руднинский водозаборы) и Рузаевки (Пишлинский водозабор). В районных центрах создаются системы централизованного водообеспечения. В связи с изложенным на территории республики проводятся работы по разведке подземных вод для городов Саранска, Рузаевки, Ардатова, Ковылкина, Краснослободска, поселка Тургенево и др.

В этих работах участвовал большой коллектив Мордовской геолого-поисковой партии. Проведенные ею в 1974-1977 гг. исследования по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод Саранского месторождения позволили сделать заключение, что активный водоотбор, в два раза превышающий допустимый, вызвал подток вод с повышенной минерализацией.

Результаты моделирования на аналоговых машинах по трехслойной расчетной схеме показали, что дальнейшая эксплуатация водозаборов Саранска и Рузаевки через 15-20 лет приведет к повышению минерализации до 1,5-2,3 г/дм³. Моделирование по II варианту свидетельствовало о том, что при условии уменьшения водоотбора до размеров утвержденных запасов существенного снижения минерализации не произойдет – вода останется некондиционной и ее использование будет возможно лишь при смешении с пресной.

III вариант моделирования учитывал запасы по перспективным участкам: Сивинскому (60 тыс. м³/сут), Алатырскому (150 тыс. м³/сут) и для г. Ковылкино (50 тыс. м³/сут). В этом варианте качество воды городских водозаборов может быть доведено до требований ГОСТ 2874-73 за счет разбавления их пресными водами с Алатырского и Сивинского участков или за счет воды реки Суры.

К середине 80-х гг. практически каждая центральная усадьба использовала артезианские воды для обеспечения хозяйственно-бытовых и производственных нужд. Кроме того, подземные воды явились перспективным источником в системах орошения и водоснабжения крупных дачных массивов городов Саранска и Рузаевки. Наиболее крупные водозаборы, используемые для орошения земель, расположены в окрестностях с. Новая Карьга (Краснослободский район), с. Новая Кярьга (Атюрьевский район) и с. Трофимовщина (Ромодановский район). Системы орошения, базирующиеся на использовании артезианских вод, сооружались в 1973-1978 гг. Наибольшее количество земель, орошаемых подземными водами, расположено в Краснослободском (6 объектов), Ичалковском (6 объектов), Атюрьевском, Ельниковском, Ромодановском, Торбеевском районах и в пригородной зоне Саранска. Всего в республике было построено 19 оросительных систем.

Для определения водообеспеченности населенных пунктов, промышленности и сельского хозяйства в конце 1970-х гг. проводилась региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод Сурско-Хоперского артезианского бассейна. Эту большую работу выполнили Т. П. Афанасьев, Н. И. Сидницына, Н. Л. Иванющенко, Ю. Ф. Шишков, Э. Г. Балашова. В это же время В. В. Плотниковым, С. К. Поруновым и др. проводится переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Саранского месторождения. С целью изучения одновременной работы всех водозаборов (как действующих, так и перспективных), а также исследования процесса взаимодействия эксплуатируемого горизонта со смежными водоносными горизонтами применяются методы математического моделирования.

По окончании разведки перспективных участков под водозаборы подземных вод для водоснабжения Саранска и Рузаевки в середине 70-х гг. ряд поисково-разведочных скважин оборудуются для ведения режимных наблюдений, что положило основу создания сети гидрогеологического мониторинга на Саранском месторождении подземных вод, а в дальнейшем и на остальной части республики. Для осуществления мониторинга подземных вод в Средне-Волжской геолого-разведочной экспедиции создается Мордовский гидрорегимный участок, в обязанности которого входило обследование и учет эксплуатационных скважин, объектов загрязнения, зон санитарной защиты подземных вод, а также проведение стационарных гидрогеологических исследований по наблюдательным скважинам. В работах по мониторингу подземных вод принимали участие В. К. Зайкина, В. В. Чернавин, В. В. Ганин, Н. Е. Сафонова, Т. В. Володина. Для систематизации результатов освоения ресурсов подземных вод была проведена инвентаризация скважин и составлен каталог, который ежегодно пополняется. Обследованы крупные водозаборы, одиночные скважины в сельской местности, существующие и потенциальные источники загрязнения подземных вод. По результатам этих исследований составляются карты антропогенного воздействия на подземные воды, их защищенности, а также серия дежурных гидрогеодинамических и гидрогеохимических карт состояния подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта. В настоящее время мониторинг осуществляется на Саранском, Пензятском, Руд-

нинском, Рузаевском, Пишлинском, Сивинском, Ковылкинском, Краснослободском, Ельниковском, Торбеевском, Большеберезниковском, Старошайговском и Киржеманском гидрогеологических постах.

В связи с активным гидромелиоративным освоением территории Мордовии в 1976 году была создана Гидрогеолого-мелиоративная партия, основной задачей которой являлось ведение мониторинга состояния мелиорированных земель.

В связи с интенсивным гидротехническим освоением территории происходит аккумуляция большого объема фактического материала о природе Мордовии в архивах проектных институтов и других организаций, которые ведут изыскания для обеспечения безопасности функционирования инженерных сооружений. В 1973 г. Л. Х. Чумакова, С. А. Сухаревская, Б. Д. Катун обобщили фактический материал по четвертичным отложениям и составили карту четвертичных отложений Мордовской АССР масштаба 1:500 000. В 1976 г. А. Г. Храмовым, Ю. Ф. Шишковым, П. И. Хорошевым выполняется обзор полезных ископаемых по Мордовской АССР. В 1978 г. завершается работа обобщающего характера А. А. Жарикова, К. Н. Разумовой и др., в которой проанализирована большая часть имеющегося фондового материала по четвертичной геологии, геоморфологии и тектонике Мордовии. В 1979 г. В. Л. Писанниковой с участием и под редакцией Г. И. Блома составляется карта коренных отложений. Необходимо отметить также важность работ Р. Б. Давыдова по классификации тектонических структур.

Активное хозяйственное освоение ландшафтов (строительство зданий, гидротехнических, промышленных и других геотехнических систем) вызвало активизацию многих геоэкологических процессов. Первые попытки классифицировать инженерно-геологические условия были сделаны в 1972 г. Э. Г. Балашовой и Ю. Ф. Шишковым по северо-западной части Мордовии. Позднее эти работы были продолжены С. П. Бобровым. Важнейшим результатом исследований было районирование Мордовии по несущим способностям грунтов и мелиоративно-гидрогеологическим условиям.

В 80-х гг. повышенное внимание начинает уделяться вопросам обеспечения безопасности функционирования геотехнических систем. В связи с этим выполняется ряд работ по комплексной оценке геологической среды. Большое методическое значение имеет опыт крупномасштабного картографирования, осуществленного в 1987 г. под руководством С. И. Кравцова по комплексной групповой геологической, гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50 000 для целей мелиорации на Сурской оросительной системе. В изученную территорию вошли Атяшевский, Дубенский и Ардатовский районы. В это же время Е. Ю. Кочуровым, С. А. Кочуровой и И. Г. Кирковым близкие по содержанию инженерно-геологические работы в масштабе 1:200 000 проводятся на отдельных участках центральной Мордовии. Глубина изучения грунтов при инженерно-геологической съемке составила 20 м.

В результате многолетних изыскательских работ в территориальных фондах треста МордовТИСИЗ, Мордовгражданпроекта, Мордовагропромпроекта аккумулируется информация о физико-механических и коррозионных свойствах грунтов верхней толщи, глубине залегания грунтовых вод, их составе и агрессивности, развитии экзогенно-геологических процессов.

Частичное обобщение фондовых материалов о климате приводится в работах Е. Н. Михалевской и Э. Н. Галаховой, о поверхностных водах — А. М. Шутова. Узкому кругу специалистов известны работы проектных институтов, в частности "Схема развития мелиорации и водного хозяйства Мор-

довской АССР на период до 1990 г.", в которой дается глубокий анализ природных условий края для проведения водных мелиораций.

В 1975-1990 гг. происходит существенное повышение роли ученых Мордовского государственного университета имени Н.П.Огарева в исследовании природы региона. С 1978 по 1985 г. под руководством С. П. Евдокимова и В. П. Нарезного функционирует Научно-исследовательская лаборатория инженерной геологии, гидрогеологии и охраны природы, в которой выполняются работы по изучению изменения геологической среды под влиянием различных видов хозяйственной деятельности. Результаты этих исследований публикуются в серии мелкомасштабных карт Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала, Зауралья и Калининградской области). Специальное содержание карт Волго-Вятского региона разработали ученые Мордовского университета З. К. Алатырцева, Ю. И. Гирин, С. П. Евдокимов, Л. В. Иванова, В. М. Кицис, В. И. Кранков, В. Н. Лютов, В. П. Нарезный, В. Н. Сафонов. В 1984 г. сотрудниками лаборатории были завершены работы по созданию серии среднемасштабных (1:200 000) карт природных условий и ресурсов Мордовии.

Серьезное обобщение гидрогеологической информации по Мордовии проводится группой специалистов под руководством В. Н. Сафонова (В. И. Кранков, В. Н. Лютов, З. К. Алатырцева). В результате тематических работ по сбору и обобщению гидрогеологических материалов в 1982 г. издается "Обзор подземных вод Мордовской АССР". В начале 90-х гг. на основе этой работы в НПЦ экологических исследований Мордовского университета разработан первый в Мордовии отраслевой электронный кадастр.

В географических работах этого периода усиливается конструктивное направление. Это проявляется в том, что в них не только излагаются особенности природной и социально-экономической дифференциации территории Мордовии, но и разрабатываются вопросы планирования природоохранной деятельности, эколого-экономического районирования, оптимизации природопользования в связи с хозяйственной деятельностью.

Современный этап физико-географических исследований, включающий организацию системы регионального мониторинга окружающей среды и ГИС-технологий, развивается в условиях экономического и геоэкологического кризиса.

В начале 90-х гг. позитивные изменения произошли в организационном подходе к изучению водных объектов при сохранении в целом методологической части.

В 1992 г. в республике был создан Комитет по геологии и использованию недр, в задачи которого помимо прочих функций входит организация работ по изучению, использованию и контролю состояния подземных вод, а с 1998 г. — и поверхностных водных объектов. Позднее он реорганизован в Комитет природных ресурсов по Республике Мордовия. Важнейшей задачей этого ведомства является изучение и оценка антропогенного воздействия на состояние водных объектов — их мониторинг. Система мониторинга, проводимая на территориальном уровне, структурно входит в единую сеть наблюдения России. В связи с этим организуются обширные работы по учету водных объектов, оценке их состояния и прогнозу развития.

В настоящее время среднее годовое водопотребление из подземных источников в целом на территории Мордовии составляет 91,3 млн м³, или 250,1 тыс. м³/сут. Годовая потребность в воде на 2005 г. рассчитана в количе-

стве 110,8 млн м³, или 303,6 тыс. м³/сут, на 2010 г. – соответственно 121,5 млн м³ и 333 тыс. м³/сут.

Поверхностные воды рек и водохранилищ используются на орошение сельскохозяйственных культур и на технологические нужды промышленных предприятий в количестве 19 тыс. м³/сут, или 6,9 млн м³ в год. Колодезные и родниковые воды применяются в частном секторе и небольших сельскохозяйственных производствах в объемах 17,3 тыс. м³/сут, или 6,3 млн м³ в год.

На 1 января 1999 г. в республике зарегистрировано около 3 080 артезианских скважин, из которых 184 находятся на балансе жилищно-коммунальных предприятий. Всего на государственном учете вод по форме статистической отчетности "2ТП-Водхоз" насчитывается 830 водопользователей, из них 347 промышленных предприятий и акционерных обществ, 27 объектов коммунально-бытового назначения, 456 сельскохозяйственных формирований.

Ресурсы пресных вод в настоящее время ограничивают развитие геотехнических систем, расположенных в восточной части республики: Саранска, Рузаевки, Ардатова, Тургенева, Чамзинки, ряда других районных центров. Обострение геозэкологической ситуации происходит в результате длительного бессистемного водоотбора, превышающего допустимые нагрузки. Несмотря на то, что в последние годы вследствие развития экономического кризиса произошло некоторое сокращение водоотбора на всех централизованных водозаборах, продолжается снижение уровня подземных вод эксплуатируемого горизонта. Изменение гидрогеодинамических параметров подземных вод пермско-каменноугольного водоносного горизонта в процессе эксплуатации отразилось на ухудшении качества вод – увеличилось содержание сульфатов, хлоридов, магния и натрия.

Комитет природных ресурсов по Республике Мордовия в настоящее время организовал поиск подземных вод для водоснабжения Ардатова, Инсара, Больших Березников. Аналогичные работы планируется провести в Темникове.

В 1995 г. была составлена Программа работ по геозэкологическому картированию Саранско-Рузаевского промышленного узла, в которой значительное внимание уделяется изучению состояния поверхностных и подземных вод, выработке схемы защиты водных объектов от техногенного загрязнения.

Со второй половины 90-х гг. Подмосковной экспедицией глубокого бурения РАО "Газпром" на территории Торбеевского и Зубово-Полянского районов проводятся работы по поиску структур, пригодных для промышленного газохранилища. В результате этих работ получен очень ценный материал по различным подземным горизонтам, но особенно важно, что появились дополнительные сведения по водоносным горизонтам каменноугольного, девонского, вендского и протерозойского возрастов.

С 1997 г. по заказу Комитета природных ресурсов по Республике Мордовия НПЦ экологических исследований и НПФ "Геопрогнознефть" (Саратов) ведутся работы по гидрогеохимическому опробыванию основного водоносного горизонта на предмет выявления в подземной воде растворенных углеводородов метановой группы и тяжелых углеводородов. По результатам исследований впервые на значительную часть восточной Мордовии составлена среднemasштабная карта (1:200 000) аномального содержания метана в основном водоносном горизонте.

Углубление экологического кризиса привело к необходимости формирования комплексного подхода к изучению природной среды, создания

единой республиканской системы экологического мониторинга. В этой связи НПЦ экологических исследований по поручению Комитета природных ресурсов выполняется оценка техногенного воздействия на геологическую среду для оптимизации гидрорежимной наблюдательной сети на территории Республики Мордовия.

Особую важность приобретает вопрос об интеграции данных о природе Республики Мордовия в региональной геоинформационной системе. Это позволит подготовить материалы для разработки Территориальной комплексной схемы охраны природы Республики Мордовия, оптимизировать процедуру планирования текущих природоохранных мероприятий с целью обеспечения экологической безопасности в рамках устойчивого социально-экономического развития Мордовии, выработать целостное представление о ее природно-ресурсном потенциале.

Базовой основой долгосрочного геоэкологического планирования хозяйственного освоения ландшафтов Мордовии должна стать Программа региональной стратегии водопользования.

2. ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МОРДОВИИ

2.1. Физико-географические условия

Физико-географическое положение. Республика Мордовия расположена в центре Русской равнины между $42^{\circ} 11'$ и $46^{\circ} 45'$ восточной долготы и $53^{\circ} 38'$ и $55^{\circ} 11'$ северной широты. Максимальная протяженность с запада на восток 298 км, с севера на юг – до 140 км.

Большая часть изучаемой территории находится в северо-западной области пластово-ярусной Приволжской возвышенности, которая на западе республики переходит в пластовую Окско-Донскую низменность. Это определяет общую тенденцию уменьшения активности эрозионно-денудационных процессов с юго-востока на северо-запад.

Территория входит в пояс умеренного климата с хорошо выраженной сменой сезонов года. Положение республики в секторе умеренно-континентального климата обуславливает неустойчивость увлажнения: влажные годы чередуются с засушливыми.

Республика расположена на юго-западной периферии бассейна Волги в междуречье Мокши и Суры. Сура (правый приток Волги) протекает вдоль юго-восточной границы, ее основные притоки в Мордовии Алатырь, Большая Кша, Чеберчинка, Штырма, Меня. Мокша (правый приток Оки) течет по западной части Мордовии, к ее бассейну относятся Вад, Сивинь, Исса, Сатис, Урей, Уркат.

Мордовия находится в пределах подзон смешанных и широколиственных лесов и зоны лесостепи. В структуре почвенного покрова наблюдается сочетание дерново-подзолистых, серых лесных почв, черноземов. В естественной растительности преобладают дубовые леса и луговые степи, а также распространены сосновые боры с примесью ели.

Географическое положение Мордовии менялось в процессе становления и развития ландшафтов, что определялось динамикой неотектонических движений, изменениями систем океанической и атмосферной циркуляции, климатическими колебаниями, миграцией границ природных зон.

Республика граничит с Рязанской, Нижегородской, Ульяновской, Пензенской областями и Чувашской Республикой. Она имеет хорошую транспортную связь с соседними областями. Площадь Мордовии составляет 26 121 км². В настоящее время республика разделена на 23 административных района.

Геологическое строение. Республика Мордовия располагается в пределах восточной части Русской платформы. В геологическом строении террито-

рии принимают участие дислоцированные кристаллические породы архейского и нижнепротерозойского возрастов, слагающие фундамент платформы, и осадочные породы верхнепротерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Мощность осадочной толщи изменяется от 1 000 м на поднятиях Токмовского свода до 2 500 м во впадинах Рязано-Саратовского прогиба.

Архейские и протерозойские образования представлены гнейсами и гранитоидами. Из гнейсов наибольшее распространение имеют биотит-плагиоклазовые, биотит-анфиболовые и биотит-гранатовые типы. Гранитоиды включают плагиоклазовые граниты, кварцевые диориты.

Палеозойские породы составляют девонские, каменноугольные и пермские образования. Отложения девона имеют повсеместное распространение. Наиболее полно они выражены в тектонических впадинах. Скважинами вскрыты средне- и верхнедевонские образования. Средний отдел девона представлен живетским ярусом. Породы залегают непосредственно на кристаллическом фундаменте. Они состоят в основном из терригенных отложений: песчаников, алевролитов, аргиллитов; подчиненное положение в разрезе занимают известняки, доломиты и мергели. Отдел верхнего девона разделяется на франский и фаменский ярусы, которые представлены в основном карбонатными и карбонатно-глинистыми породами, доломитами, известняками и глинами с прослоями ангидритов и гипсов. Общая мощность девонских отложений около 600 м.

Каменноугольные отложения также широко распространены. На поверхность в долинах рек Мокши, Уркага, Сивини, Инсара выходят породы только верхнего отдела (рис. 1). На всей остальной территории каменноугольные отложения перекрыты более молодыми образованиями. Каменноугольные накопления представлены нижним, средним и верхним отделами. Их общая мощность до 226 м.

Нижнекаменноугольные отложения (турнейский и визейский ярусы) сложены преимущественно карбонатными породами с прослоями темноцветных и пестроцветных глин, алевролитов, песчаников. В среднем отделе карбона выделяются башкирский и московский ярусы, в основном карбонатного состава, органогенные и органогенно-обломочные известняки, в разной степени перекристаллизованные, с маломощными прослоями глин и мергелей. Верхнекаменноугольные отложения оренбургского и гжельского ярусов залегают севернее широты г.Саранска. В северо-западной Мордовии они выходят на дневную поверхность. Это чаще всего известняки, обычно доломитизированные, и доломиты, в разной степени трещиноватые и кавернозные. Наблюдаются прослой гипсов, ангидритов, глин, аргиллитов и мергелей.

Пермские отложения представлены ассельским ярусом мощностью 31-60 м, перекрывающим породы верхнего карбона. Они картируются в северной Мордовии. В строении яруса принимают участие желтовато-серые и серые доломиты с прослоями доломитизированных, органогенно-обломочных известняков, ангидрита и гипса.

Мезозойские отложения на территории Мордовии имеют почти повсеместное распространение и залегают на размытой, участками сильно закарстованной поверхности палеозойских пород. Выделяются юрская и меловая системы.

Юрские отложения представлены верхним и средним отделами. Последний включает байосский и батский ярусы. Байосский ярус слагают серые и темно-серые глины мощностью до 10 м. Батские отложения представлены

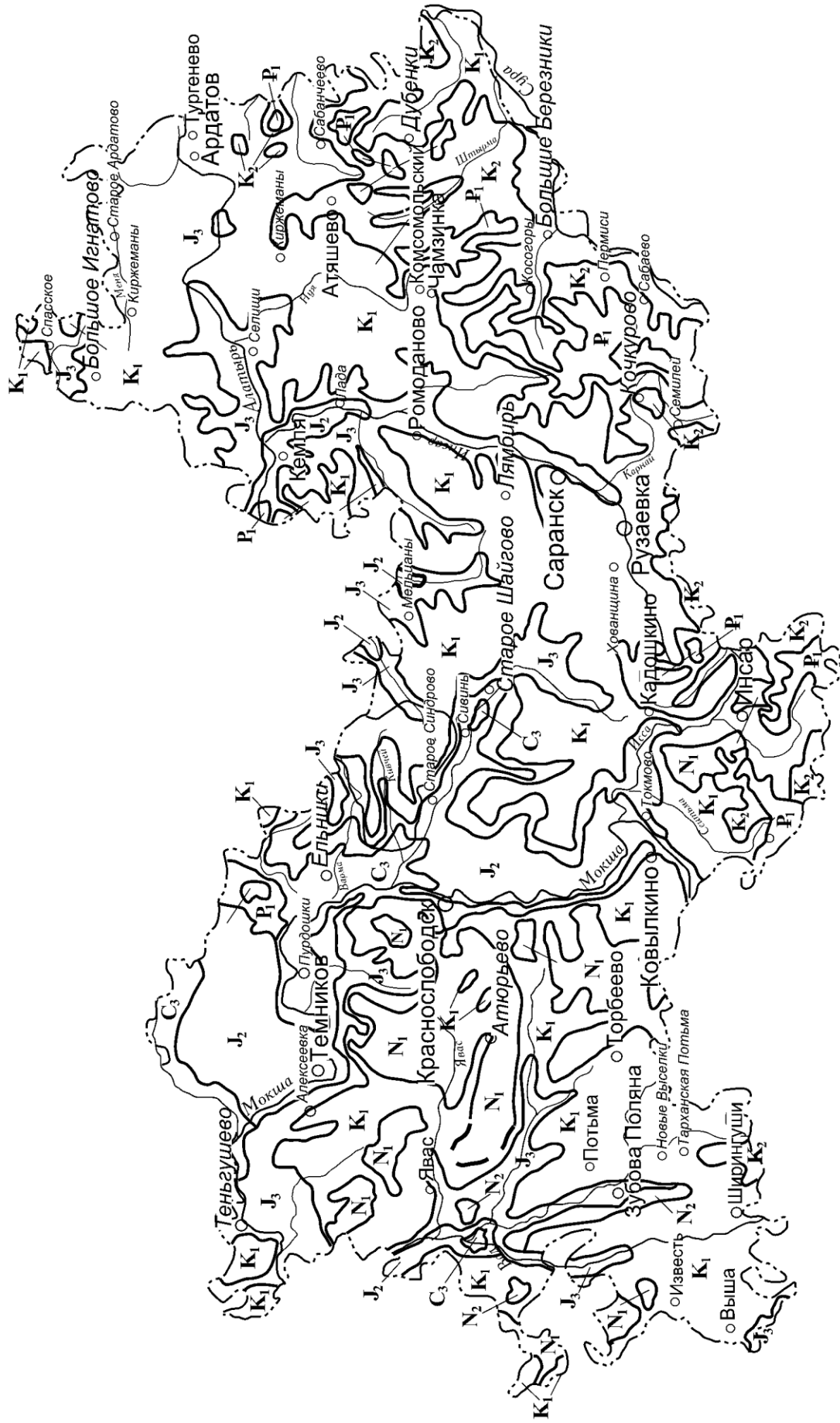


Рис. 1. Геологическое строение:
 неогеновая система: N₁ - миоцен, N₂ - плиоцен; палеогеновая система: P₁ - олигоцен; меловая система: K₁ - нижний отдел, K₂ - верхний отдел; юрская система: J₂ - средний отдел, J₃ - верхний отдел; пермская система: P₁ - нижний отдел; каменноугольная система: C₃ - верхний отдел

глинистыми песками с прослоями и линзами песчаников, алевролитов, темно-серых и темных плотных глин. В среднем течении Мокши развиты светло-серые и желтовато-серые мелко- и тонкозернистые пески с прослоями и линзами черных плотных глин, вероятно, относящиеся к образованиям древней крупной реки. Общая мощность байосского и батского ярусов достигает 60 м.

Верхнеюрские образования включают в себя келловейский, оксфордский, кимериджский и волжский ярусы. Келловейский ярус на большей части территории сложен темными песчанистыми глинами с прослоями слюдистых песков и песчаников, содержащих конкреции фосфоритов и пирита. Мощность яруса до 58 м. Оксфордский ярус толщиной 8-15 м сложен в основном глинами серыми и темно-серыми, известковистыми, с гнездами и конкрециями серого мергеля и желваками фосфоритов. Отложения кимериджа (10-34 м) включают глины серые и темно-серые, известковистые, слюдистые, с линзовидными прослоями глауконитового песка. Наименьшие мощности (0,7-11 м) имеют волжские отложения. Они представлены известковистыми глинами, местами переслаивающимися с горючими и битуминозными сланцами. Общая мощность верхнеюрских пород до 110 м. На поверхность они выходят по крутым склонам долин рек Мокши, Алатыря, Инсара.

Меловые отложения слагают междуречные пространства Мордовии. На севере республики развиты только нижнемеловые образования, на юге – и верхнемеловые. Нижнемеловая толща разделяется на валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы. Общая мощность нижнемеловых отложений до 170 м.

К валанжинскому ярусу относится небольшая толща (до 3,5 м) глауконитовых зеленоватых и темно-серых песков с многочисленными фосфоритовыми желваками. Готеривские и барремские отложения (37-85 м) сложены темно-серыми, иногда почти черными песчанистыми глинами, ожелезненными, слюдистыми, с конкрециями пирита участками, часто замещающимися алевролитами, алевролитами и песками. Пески светло-серые, желтые и коричневые, мелкозернистые, глинистые, кварцевые, местами уплотненные до песчаников. Аптские отложения в нижней части представлены толщей темно-серых песчанистых глин с прослоями песков, глинистых сланцев и битуминозного сланцеватого мергелистого песчаника или песчаного мергеля (аптская плита). Верхняя часть аптских отложений сложена глинами с тонкими прослоями алевролитов и песков. Общая мощность аптских отложений изменяется от 7 до 36 м. Толща альбских отложений (до 6 м) в нижней части образована грубозернистыми, сильноожелезненными песчаниками, в средней – глинами темно-серыми и зеленовато-серыми с прослоями песков, глауконитовых и фосфоритовых желваков, в верхней содержатся прослои опок.

Верхнемеловые породы Мордовии сформировались в сеноманский, туронский, коньякский, сантонский, компанский и маастрихтский века.

Сеноманские отложения мощностью до 10 м представлены песками с прослоями песчаников и включениями конкреций фосфоритов. Туронский и коньякский ярусы мощностью до 55 м сложены карбонатными породами, главным образом светло-серыми трещиноватыми мергелями с глауконитовыми песками с конкрециями фосфоритов. В сантонских отложениях (10-20 м) преобладают светло-серые опоки, в нижней части пески с конкрециями фосфоритов. Компанский и маастрихтский ярусы, имеющие мощность до 45 м, состоят из белого, серого мела с включениями мелоподобного мергеля и кремня.

Кайнозойские отложения подразделяются на породы палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Палеогеновые образования распространены преимущественно в южной и юго-восточной Мордовии. Они формируют останцово-водораздельные массивы. Сызранская свита палеогеновых отложений имеет мощность 80-120 м и сложена сильнокремнистыми желтовато-белыми опоками; в верхней части толщи залегают кварцево-глауконитовые песчаники.

Неогеновые накопления представлены миоценовыми и плиоценовыми породами. Миоценовые осадки лагунно-морского происхождения отмечаются на водораздельных пространствах крупных рек западной Мордовии и заполняют палеодолины Вада. Они содержат разномерные серовато-желтые и темно-серые пески. В верхней части пески коричневатожелтые, реже встречаются серые слабослюдистые глины. Их мощность до 80 м. Плиоценовые отложения аллювиального генезиса фрагментарно слагают борта долин Иссы и Вада в виде двух пачек слоев. Нижняя мощностью 6-42 м состоит из кварцевых косослоистых светло- и желтовато-серых разномерных песков с прослоями серой глины. В верхней пачке преобладают темно-серые глины, неравномерно обогащенные песками, сверху по разрезу переходящие в серые глинистые супеси и пески.

Четвертичные отложения распространены на всей территории республики. Они оказывают определяющее влияние на становление, динамику, развитие ландшафтов и формирование водного баланса территории.

Четвертичные отложения повсеместно перекрывают коренные породы. Их вещественный состав и свойства определяются исходным разрушаемым материалом, а также условиями осадконакопления. В западной Мордовии четвертичные отложения представлены преимущественно ледниковыми (моренными, озерно-ледниковыми и водно-ледниковыми) отложениями, а в восточной развиты в основном элювиальные и элювиально-делювиальные образования. С запада на восток мощность этих отложений уменьшается. Если в северо-западной части Мордовии на нижних (придолинных) участках склонов она составляет 30-40 м, то в юго-восточной части республики обычно не превышает 2-5 м, и коренные горные породы выходят на дневную поверхность.

Тектоника. Главными тектоническими структурами, составляющими основу формирования гидрогеологических условий Мордовии, являются Волго-Камская антеклиза и Рязано-Саратовский прогиб, разделяющий Воронежскую и Волго-Камскую антеклизы. Большая часть территории Мордовии располагается в юго-западной краевой части Волго-Камской антеклизы (представленной Токмовским сводом), и только небольшая ее часть, бассейн Вада, находится в восточной части Рязано-Саратовского прогиба. Последний имеет грабенообразную форму, отделенную разрывными нарушениями от Токмовского свода Волго-Камской антеклизы. Она раздроблена системой региональных разломов на ряд депрессий и крупных сводовых поднятий, к числу которых и относится Токмовский свод, обладающий сложным строением. В его составе выделяются три наиболее поднятых участка фундамента, разделенных неглубокими понижениями и выступами (Токмовский и Темниковский выступы, Пензенский блок). Токмовский выступ и Пензенский блок разделяются Инсарской седловиной, расположенной под долинами Иссы и верховьев Инсара. Токмовский и Темниковский выступы между собой разделены Жегаловской депрессионной зоной.

Абсолютные отметки поверхности фундамента в области Токмовского свода составляют от -800 до -1 200 м. К востоку от Инсара поверхность фун-

дамента постепенно погружается в сторону Ульяновско-Саратовской синеклизы. Переход к Рязано-Саратовскому прогибу выражен резким погружением фундамента – от -1 200 до -2 400 м. Граница осложнена серией разломов, расположенных параллельно друг другу. Дислокации фундамента нашли отражение и в строении осадочного чехла. Над блоками фундамента образовались локальные поднятия в чехле, многие из которых нарушены сбросами.

Основными положительными структурами осадочной толщи, непосредственно связанными со сводовыми поднятиями кристаллического фундамента и, по существу, служащими их продолжением в верхних горизонтах, являются Сурско-Мокшинский, Алатырский и Окско-Цнинский валы. Крупные отрицательные структуры, распространенные между валами, – Муромско-Пензенский (Пензенско-Муромский или Муромско-Ломовский) и Ульяновско-Саратовский прогибы.

Сурско-Мокшинский вал выражен по каменноугольным и девонским отложениям. Карбонатные породы выходят на дневную поверхность по притокам Мокши – Сивини и Иссе, а также по реке Инсар на абсолютных отметках 140-146 м.

Алатырский вал, прослеживаемый по кровле верхнего карбона, в сущности, является продолжением Сурско-Мокшинского вала. Начинается он несколько севернее г. Краснослободска и продолжается к северу, северо-востоку. Вал хорошо выражен и по залеганию нижнепермских отложений по абсолютным отметкам кровли 150 м на р. Алатырь, а также по выходам в сводовой части казанских отложений по Алатырю и западной излучине Пьяны.

Окско-Цнинский вал приурочен к древнему прогибу и представляет собой приподнятую зону, расположенную западнее Токмовского свода, общей протяженностью 450 км и шириной 30-50 км.

Муромско-Пензенский прогиб расположен между Алатырским и Окско-Цнинским валами. Ульяновско-Саратовский прогиб является разделяющей структурой между крыльями Алатырского и Сурско-Мокшинского валов.

В пределах названных структур распространены локальные положительные и отрицательные структуры более низких рангов, в свою очередь осложненные множеством зон дробления и повышенной трещиноватости пород, часто контролирующей гидрографическую сеть и во многом определяющих рисунок границ природных территориальных комплексов.

Рельеф. Особенности развития территории Мордовии в неоген-четвертичное время привели к обособлению эрозионно-денудационной, вторичной моренной и водно-ледниковой равнин.

Эрозионно-денудационная равнина, отличающаяся значительной эрозионной расчлененностью, занимает южную и юго-восточную части Мордовии. С поверхности она "бронирована" стойкими кремнисто-карбонатными породами олигоценного возраста. Останцово-водораздельные массивы имеют максимальные абсолютные отметки на территории Мордовии 280-320 м (до 334 м в Чамзинском районе). Глубина эрозионного вреза достигает 100-120 м. Минимальные абсолютные высоты отмечены в долине Суры (89 м).

Длительные тектонические инверсии обусловили активное развитие эрозионных процессов. Густота линейных эрозионных форм на отдельных участках превышает 1 км/км². Почти повсеместно на водораздельных массивах и крутых склонах наблюдаются выходы карбонатных и кремнисто-карбонатных горных пород. На нижних участках склонов они перекрыты маломощными (2-5 м) четвертичными образованиями. Равнина расчленяется хорошо раз-

витой гидрографической сетью: реки Большая и Малая Кша, Штырма, Лаша, Чеберчинка, Исса.

Долины рек имеют асимметричное строение. Склоны западной и южной экспозиций крутые, а восточной и северной – пологие. В долинах малых рек прослеживаются аккумулятивные, эрозионные и цокольные террасы. Наиболее четко выражена первая надпойменная терраса. В низовьях она имеет ширину до 1 км, вверх по течению она уменьшается. Высота террасы 3-5 м над уровнем поймы.

Долина Суры имеет правостороннюю асимметрию бортов. Правый склон крутой, местами обрывистый, левый – пологий. Надпойменные террасы слабо выражены. На их месте развита эоловая поверхность с абсолютными высотами от 100 до 180 м. В ее пределах распространены песчаные гряды и дюны протяженностью 500-700 м, высотой до 15 м. Они расположены параллельно, разделяясь заболоченными понижениями и дефляционными котловинами.

На запад и север от эрозионно-денудационной возвышенности простирается вторичная моренная равнина позднеплейстоценового возраста. Граница между ними хорошо обозначена в рельефе уступом высотой около 80 м. Максимальные абсолютные высоты равнины составляют 270-280 м. Они приурочены к водоразделам рек центральной и западной Мордовии.

Водораздельные пространства вторичных моренных равнин, плоско-выпуклые и выпуклые, имеют ширину 2-3 км, глубину эрозионного вреза 60-80 м. К востоку от р. Инсар наблюдаются денудационные останцы, сложенные карбонатными и кремнисто-карбонатными породами. Многие останцы, именуемые "горами", носят собственные названия: Пиксяси, Каменка, Питерка и др.

В бассейнах рек Вад и Сивинь, в Мокша-Алатырском междуречье, по левобережью Алатыря распространена водно-ледниковая равнина с абсолютными отметками 150-180 м. Она характеризуется наиболее широкими водоразделами – до 8-10 км, пологими и слабо расчлененными склонами. Глубина эрозионного вреза не превышает 30-40 м. Поверхности водоразделов равнины довольно часто осложнены дюнами и суффозионными, а в междуречье Мокши и Алатыря карстовыми западинами.

Водно-ледниковые и вторичные моренные равнины существенно различаются по морфологии склонов. Если в первых преобладают пологие и слабо расчлененные склоны, то во вторичных моренных равнинах значительна доля крутых склонов, сильно расчлененных овражно-балочной сетью. Особенно это характерно для правобережий Алатыря, Инсара, Иссы и левобережья Мокши. Склоны имеют выпукло-вогнутый профиль.

Наиболее крупными долинами центральной и западной Мордовии являются Мокшинская и Алатырская, например, ширина долины Мокши на отдельных участках достигает 15 км. В морфологии долин прослеживается асимметричность – правые склоны, как правило, крутые и высокие. Исключение составляет долина среднего течения Мокши, которая на значительном протяжении имеет левостороннюю асимметрию.

В долинах рек картируются пойма и три надпойменные террасы. Поймы имеют аккумулятивный, цокольный и эрозионный характер. Первая надпойменная терраса приурочена ко всем крупным, средним и большинству малых речных долин, ее относительная высота над урезом воды составляет 5-10 м. Поверхность слабо наклонена в сторону реки и незначительно расчленена оврагами и балками. Вторая надпойменная терраса развита в долинах крупных и средних рек. Морфологически она выражена слабо, относительная высота

поверхности – 20-25 м, абсолютная – 110-150 м. Поверхность террасы осложнена эрозионными формами. На отдельных участках встречаются песчаные бугры, реликты старичных проток и озер. Преобладают аккумулятивные террасы, но распространены и цокольные (например, в долине Иссы), и эрозионные (в долинах Инсара, Алатыря, Сивини). Третья надпойменная терраса прослеживается в долинах Мокши, Иссы, Сивини и Алатыря. Ее относительная высота 25-30 м над урезом воды, абсолютные отметки поверхности – 130-170 м. Терраса имеет наклон в сторону реки, часто прорезана оврагами и балками.

Макро- и мезоформы рельефа Мордовии трансформируются гравитационными, оползневыми, эрозионными, суффозионными и карстовыми процессами, которые формируют малые формы рельефа – овраги, балки, конусы выноса, оползни, западины, воронки и др.

Климат является важнейшим фактором формирования ресурсов поверхностных и подземных вод. Климат Мордовии определяется ее физико-географическим положением в умеренном поясе центра Русской равнины, который характеризуется четкой выраженностью сезонов года. В связи с компактностью региона климатические условия слабо дифференцированы.

Приток прямой солнечной радиации в Мордовии изменяется от 5,0 в декабре до 58,6 кДж/см² в июне. Суммарная радиация за год 363,8 кДж/см² (по данным метеостанции г. Н. Новгорода), радиационный баланс – 92,1 кДж/см².

Среднее альbedo в год – 26 %, в декабре – 66, в июне – 20 %. Около 70-80 % радиационного баланса идет на испарение, 20-30 % затрачивается на нагревание воздуха.

В Мордовии в силу географического положения в атмосфере четко выражен сезонный ход температур. Среднегодовая температура воздуха имеет значение от 3,5 до 4,0 °С. Средняя температура самого холодного месяца (января) изменяется в пределах от -11,5 до -12,3 °С, отмечаются понижения температуры до -47 °С. Средняя температура самого теплого месяца – июля – от 18,9 до 19,8 °С. Экстремальные значения температуры летом достигают 37 °С. Годовая амплитуда абсолютных температур воздуха составляет 84 °С.

Средняя дата последнего заморозка весной в воздухе в зависимости от ландшафта приходится на 4-16 мая, первого осенью – на 18-20 сентября. На поверхности почвы заморозки прекращаются в среднем 17 мая - 5 июня и появляются осенью обычно во второй декаде сентября. Продолжительность безморозного периода – до 149 дней. Период вегетации (среднесуточная температура более 5 °С) начинается 16-19 апреля и продолжается 173-178 дней. Продолжительность периода активной вегетации (среднесуточная температура выше 10 °С) составляет 137-143 дня. Сумма активных температур – 2230-2384°.

На территории Мордовии в формировании основных черт климата участвуют три типа воздушных масс: арктические, умеренных широт и тропические с преобладанием второго типа. Воздушные массы представлены двумя разновидностями – континентальными и морскими. Морские содержат большое количество влаги и в холодный период часто становятся причиной формирования оттепелей, а летом – прохладной погоды. Континентальный воздух умеренных широт характеризуется сухостью, зимой приносит похолодания, а летом обуславливает жаркую и сухую погоду.

Вторжение арктического воздуха с севера вызывает резкое падение температуры воздуха, а весной и осенью с ним связаны явления возврата холодов и заморозки. Довольно часто наблюдаются выносы на территорию Мордовии континентальных и морских тропических воздушных масс. При юго-

восточных ветрах в весенне-летнее время наступают засушливые периоды. Эти же ветры зимой вызывают оттепели, иногда затяжные, с осадками в виде дождя. При прохождении же ветров южных румбов в зимнее время возникают сильные метели.

Среднегодовая скорость ветра варьирует от 3,3 до 4,8 м/с. Наибольшая средняя месячная скорость ветра наблюдается зимой и колеблется в пределах 3,7-5,7 м/с, наименьшая (2,2-3,6 м/с) отмечена в июле. Преобладают ветры юго-западного и южного направлений. Среднее число дней в году с сильным ветром (более 15 м/с) изменяется в пределах от 5 до 21.

Особенности географического положения территории Мордовии обуславливают преобладающее влияние на атмосферные осадки воздушных масс, приходящих с Атлантики. При вторжении в регион континентальных воздушных масс с юго-востока и холодных с полярных широт, которые беднее осадками, чем западные, ощущается недостаток последних.

Средняя годовая сумма осадков на территории Мордовии – 480 мм. В течение многолетнего наблюдения отмечались периоды большего и меньшего увлажнения. Отклонение в сторону минимальных и максимальных значений составляет 120-180 мм. Распределение осадков по территории не отличается большим разнообразием. Наблюдается незначительное увеличение среднегодовых сумм осадков с северо-запада на юго-восток. Среднее многолетнее годовое количество осадков изменяется от 444 мм (метеостанция в с. Паево) до 525 мм (метеостанция в г. Краснослободске).

В течение года преобладают осадки теплого периода, когда их выпадает около 70-80 %.

Среднее количество осадков в Мордовии в июле составляет около 65 мм. Их минимальная месячная сумма приходится на февраль – 15-30 мм. По многолетним данным, вариации месячных осадков от 0,40 до 0,68 для станций Темникова и Саранска. Наименьшее количество осадков за весь период наблюдений отмечено в августе 1972 г. – около 2,0 мм. Наибольшее их количество обычно выпадает в июле (свыше 100 мм), что связано с преобладанием ливневых дождей и гроз. Максимум суточного количества осадков приходится на летние месяцы – до 96 мм. Месячное и сезонное распределение осадков по территории Мордовии меняется незначительно.

Вегетационный период в среднем удовлетворительно обеспечен влагой. В это время (с 16-19 апреля по 10-13 октября) выпадает 300-350 мм осадков. Но в отдельные годы их значительно меньше. В среднем один раз в 10 лет наблюдаются осадки ниже 155 мм. Наименьшее их количество приходится на долины рек, имеющих направление с севера на юг, т. е. расположенных перпендикулярно к основным влагонесущим воздушным потокам.

На территории Мордовии осадки выпадают преимущественно в жидком виде. Дожди отмечались метеорологическими станциями круглогодично. Первый снег обычно появляется в конце октября, но возможны отклонения на 2-3 недели. Устойчивый снежный покров на значительной части территории республики образуется в последней декаде ноября. Наибольшей высоты снежный покров достигает в конце февраля - начале марта. Средняя высота снежного покрова в поле составляет 25 см, в лесу – 40-70 см. Концентрация снега отмечается в гидрографической сети, лесных опушках, лесных полосах. Запасы воды в снежном покрове перед началом снеготаяния – около 150 мм. Этот показатель изменяется по годам в пределах 40-200 мм. Устойчивый снежный покров держится 140-150 дней. Во второй половине марта он, как правило, разрушается, в среднем же его сход отмечается 8-13 апреля.

Средняя многолетняя величина испарения на территории Мордовии варьирует в диапазоне 390-460 мм. Величина возможного испарения (испаряемость) оценивается по наблюдениям над испарением с водной поверхности, которые ведутся на метеостанции Саранска.

С мая по август испаряемость примерно в два раза превышает количество осадков. Коэффициент увлажнения 0,6-1,0. Среднее значение гидротермического коэффициента 1,0-1,2, в апреле и октябре он несколько выше.

Среди неблагоприятных климатических явлений на территории Мордовии отмечаются промерзание почвы, гололед, метели, засухи, суховеи. Промерзание почвы зависит от физических свойств грунта, температуры воздуха, степени увлажненности почвы и высоты снежного покрова. Глубина промерзания почв – до 60-120 см. В суровые и малоснежные зимы наибольшая глубина промерзания колеблется от 120 до 150 см. Полное оттаивание почвы весной происходит 20-25 апреля. Гололед образуется обычно при небольших отрицательных температурах с выпадением переохлажденного дождя или мороси. Его повторяемость – 10-15 дней за зиму. Метели формируются при снегопаде с усилением ветра и температуре воздуха от 0 до -5 °С (реже от -5 до -10 °С). На территории республики они наиболее часты в январе - феврале.

Самыми неблагоприятными явлениями лета можно назвать засухи и суховеи. Последние обычно сопровождаются засухами. Слабые суховеи отмечаются почти ежегодно. В западной Мордовии интенсивные суховеи наблюдаются 4-6 раз в 10 лет, в восточной – 6-7 раз. Жестокие суховеи возникают повсеместно 1-2 раза в 10 лет [Галахова, 1979]. Среднее число дней с интенсивным суховеем – 1-2, в отдельные годы до 15.

Почвы активно участвуют в формировании водного баланса территории. По схеме почвенно-географического районирования, составленной Почвенным институтом им. В. В. Докучаева, Мордовия расположена в двух провинциях: 1) в Среднерусской равнинной почвенной провинции лиственно-лесной зоны серых лесных почв Центральной таежно-лесной области; 2) в Среднерусской равнинной почвенной провинции лесостепной зоны оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов.

Приграничное положение республики в бореальной умеренно холодной и центральной лесостепной и степной областях обуславливает сложную структуру почвенного покрова. Систематический список и характеристика почв Мордовии до уровня родов и видов приводится А. С. Щетининой [1990].

Согласно материалам крупномасштабного почвенного обследования почв Мордовским филиалом института "Волговятгипрозем", на территории Мордовии наибольшее распространение имеют подзолистые, серые лесные и черноземные почвы.

Подзолистые почвы распространены на песчаных водно-ледниковых равнинах центральной части бассейна Вада, Мокша-Алатырского междуречья, правобережья среднего течения Мокши, левобережья Алатыря и Суры, а также примыкающих к ним террасовых комплексах, покрытых хвойно-широколиственными лесами. Эти почвы имеют кислую реакцию. Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах достигает 1,5-2,5 %. Площади их распространения на территории Мордовии отличаются наименьшей сельскохозяйственной освоенностью. Здесь расположены крупные массивы хвойно-широколиственных и вторичных мелколиственных лесов.

Дерново-подзолистые почвы слабо устойчивы к развитию плоскостной эрозии и другим деструктивным процессам. В агроландшафтах под действием дождевых и талых вод часто происходит разрушение верхних, наиболее пло-

дородных слоев. Они обедняются гумусом, питательными веществами. Этот процесс усиливается с увеличением крутизны и длины склонов. Значительное влияние на плоскостной смыв оказывают механический состав почвы, густота и характер растительного покрова, скорость снеготаяния, хозяйственное использование территории. В зависимости от степени смытости выделяются дерново-подзолистые слабосмытые, дерново-подзолистые среднесмытые, дерново-подзолистые сильносмытые и дерново-подзолистые намытые почвы.

В смешанных лесах с мохово- и лишайниково-кустарничковым напочвенным покровом, на породах суглинистого механического состава формируются глееподзолистые почвы. На внутренних междуречных водно-ледниковых пространствах, а также участках древнеаллювиальных равнин, отличающихся слабой дренированностью, в условиях постоянного или продолжительного увлажнения формируются болотно-подзолистые почвы.

На водораздельных и приводораздельных пространствах вторичной моренной и эрозионно-денудационной равнин Мордовии, сложенных суглинками, распространены серые лесные почвы. На этих территориях, в прошлом сплошь покрытых лесами, в настоящее время наблюдаются средние и малые по размерам массивы широколиственных лесов с богатым травяным покровом.

Тип серых лесных почв подразделяется на три подтипа: светло-серые, серые и темно-серые. Мощность гумусового горизонта светло-серых лесных почв изменяется в пределах 1,5-25 см. В серых лесных почвах он увеличивается до 30-35 см. Темно-серые лесные почвы отличаются более темной окраской гумусового горизонта, мощность которого в сумме с горизонтом A_1 , A_2 достигает 40-50 см. Серые лесные почвы в отличие от дерново-подзолистых гумусированы лучше: 1,9-3,0 % гумуса у светло-серых, 2,9-4,5 – у серых и до 7 % – у темно-серых лесных почв. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Почвы имеют кислую и слабокислую реакцию в верхних горизонтах. Степень насыщенности основаниями варьирует от 70 до 90 %. Емкость поглощения меняется от 14 до 45 мг-экв на 100 г почвы.

По западинам водораздельных пространств и на нижних пологих участках склонов, характеризующихся застоем поверхностных вод или близким залеганием грунтовых, распространены серые лесные глеевые почвы.

Серые лесные почвы сильно подвержены развитию эрозионных процессов. Образующиеся под воздействием воды и ветра слабо-, средне-, сильносмытые почвы имеют укороченный генетический профиль и пониженное плодородие. Для них характерны ухудшение водно-физических и химических свойств, потеря гумуса. Плодородие эродированных почв восстанавливается путем внесения повышенных доз органических и минеральных удобрений, возделывания бобовых культур (люцерны, клевера, люпина) и применения противоэрозионной агротехники.

На эрозионно-денудационной равнине юго-восточной Мордовии, где на дневную поверхность выходят кремнисто-карбонатные породы палеогенового возраста (опоки, мергели), серые лесные почвы в своем профиле содержат разное количество щебня. В соответствии с этим выделяются слабо-, средне- и сильнощебнистые почвы. Этот регион отличается активным развитием процессов плоскостной и линейной эрозии.

Наиболее плодородными на территории Мордовии являются черноземы. Они формировались в луговых степях и парковых дубравах в междуречье Мокши и Вада, в центральных частях бассейнов Инсара, Нуи, Пьяны, Большой Сарки, Рудни, Иссы. В настоящее время участки разнотравных лугов со-

хранились только на отдельных участках крутых склонов. Почвообразующими породами являются лессовидные суглинки и глины, содержащие карбонаты.

На территории Мордовии распространены оподзоленные, выщелоченные и карбонатные черноземы. Черноземы оподзоленные характеризуются развитым горизонтом А, зернистой структурой. Содержание гумуса более 6-9 %. Черноземы выщелоченные отличаются от оподзоленных почти полным отсутствием признаков оподзоливания. Мощность гумусового горизонта (А + АВ) до 80-120 см, содержание гумуса свыше 9 %. В восточных и южных районах республики на карбонатных отложениях верхнего мела незначительное распространение имеют остаточно-карбонатные черноземы (вскипают прямо с поверхности). На нижнемеловых и юрских иловатых глинах развиты слитые почвы.

В гидроморфных условиях отрицательных форм рельефа (нижних участках склонов, западинах) распространен лугово-черноземный тип почв.

В долинах рек Мордовии распространены пойменные (пойменные аллювиальные) почвы. Они развиваются под влиянием частого затопления в период половодий и высоких уровней грунтовых вод в межень. Полые воды приносят в поймы растворенные вещества и взвешенные минеральные и органические частицы – аллювий. Его состав зависит от распространенных в водосборе пород. Распределение аллювия в пойме зависит от русловых процессов. Ближе к руслу, где скорость течения большая, оседают крупные частицы, а в более спокойных водах притеррасных частей пойм – мелкие. При благоприятных условиях увлажнения и обеспеченности питательными веществами в поймах развивается обильная и разнообразная луговая растительность, после отмирания и разложения которой в почву поступает много гумуса. Пойменные почвы подразделяются на аллювиальные дерновые, аллювиальные болотные и аллювиальные луговые.

На слабодренированных междуречных пространствах водно-ледниковых равнин и на древних террасовых комплексах в условиях постоянного или временного грунтового избыточного увлажнения с накоплением в почве органического вещества (торфа) и оглеения минеральной части почв формируются болотные почвы.

На водно-ледниковых и древнеаллювиальных равнинах западной Мордовии довольно часто встречаются участки со слабогумусированными песками. Они имеют низкую влагоудерживающую способность, хорошую водопроницаемость, обладают высокой теплоемкостью. Их водно-физические и физико-химические свойства зависят от минералогического состава песков, характера и степени увлажнения и определяют содержание и качество гумуса. В хвойных лесах распространены боровые пески (профиль почти не дифференцирован на горизонты).

В результате эрозии поверхности водосбора, абразии берегов водоемов формируются наносы, которые слагают днища водотоков. Растительный покров на этих участках представлен небольшими куртинами. В таких условиях развиваются смытые и намывные почвы днищ логов и балок. В эту же группу входят неразвитые почвы геологических обнажений.

Растительность и животный мир. Территория Мордовии относится к Европейско-Сибирской подобласти Голарктической фаунистической области. Фауна Голарктики так же, как и флора, молода и имеет четвертичный возраст. Определяющее влияние на ее формирование оказали эпохи похолоданий и хозяйственная деятельность человека.

В современной флоре Мордовии, по исследованиям ботаников, насчитывается более 1 230 видов сосудистых растений из 495 родов и 109 семейств. В их числе 4 вида плаунов, 8 хвощей, 18 папоротникообразных, 3 голосеменных, остальные 1 197 – цветковые. Преобладают травянистые многолетние и однолетние растения. Число видов деревянистых форм относительно невелико: деревьев – 24, кустарников – 45, кустарничков – 7, полукустарников – 5, полукустарничков – 5 [Силаева и др., 1996].

На территории Мордовии распространены хвойно-широколиственные, широколиственные леса, кустарниковая степь, луговая степь. Основными лесообразующими породами являются сосна обыкновенная, ель обыкновенная, лиственница европейская, дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клен платановидный, вяз гладкий, бородавчатая и пушистая береза, ольха клейкая, липа мелколиственная, тополь черный.

Хвойно-широколиственные, или смешанные, леса располагаются преимущественно на водно-ледниковых равнинах и соседствующих с ними террасовых комплексах. В их состав входят как хвойные, так и широколиственные древесные породы. На песках водно-ледниковых равнин наибольшее распространение имеют сосняки, часто с чертами таежного характера. Они в зависимости от свойств литогенной основы разделяются на сосняки лишайниковые, сосняки-зеленомошники (сосняк-брусничник, сосняк-кисличник, сосняк-черничник), сосняки-долгомошники, сосняки сфагновые, сосняки травяно-болотные, сосняки сложные.

На влажных тяжелых почвах формируются елово-широколиственные леса. В этих лесах имеется сравнительно густой кустарниково-травяной покров, в котором наблюдается сочетание форм, свойственных и широколиственным, и хвойным лесам. Подлесок составляют орешник, бересклет, жимолость, калина и рябина. В травянистом покрове преобладают бор развесистый, перловник поникший, мятлик лесной, осока волосистая, ландыш, вороний глаз, копытень европейский, звездчатка лесная, воронец, ветреница лютичная, лесная герань, фиалка, сныть.

Широколиственные леса распространены преимущественно на междуречных пространствах вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнин с серыми лесными почвами и в пойменных комплексах.

В отличие от хвойных широколиственные леса часто бывают полидоминантными, т. е. каждый ярус может включать несколько доминирующих видов. Основными лесообразующими породами являются дуб черешчатый, липа мелколиственная, клен остролистный и полевой, ясень обыкновенный, вяз. Древесные породы имеют разную высоту, поэтому в широколиственных лесах может создаваться впечатление многоярусности. Самые высокие деревья – дуб, ясень, более низкие – клен остролистный, вяз, липа. В кустарниковом покрове господствует орешник, обычны бересклет бородавчатый, жимолость лесная, крушина ломкая, шиповник и др. В широколиственном лесу хорошо развит травяной покров из сныти обыкновенной, осоки волосистой, так называемое дубравное широкотравье. Весной появляются ветреница лютиковая, чистяк весенний. Отличительная черта широколиственных лесов по сравнению со смешанными – слабое развитие мохового покрова. Мох встречается только в виде небольших пятен. Это определяется действием листового опада, который накапливается на земной поверхности.

В современной структуре лесов Мордовии значительную долю составляют осинники и березняки, которые образуют временные типы на месте вырубленных или выгоревших широколиственных и хвойных лесов.

Луговая степь занимает преимущественно центральные участки бассейнов Инсара, Большой Сарки, Рудни, Иссы, Пьяны, сложенные лессовидными суглинками. По сути это северная (разнотравная) степь, которая является составным элементом лесостепи.

Для северной степи характерны растительные сообщества с участием злаков, образующие крупные или мелкие дерновины. К крупнодерновинным относятся некоторые виды ковылей (перистый, узколистый, волосатик), а к мелкодерновинным – типчак, тонконог, мятлик узколистый и др. Луговая степь Мордовии до активного земледельческого освоения была преимущественно разнотравной. Среди разнотравья следует отметить лабазник обыкновенный, подмаренник настоящий, шалфей степной. Из бобовых в структуре сложных фитоценозов принимают участие клевер горный, альпийский и луговой, вика тонколистная, чина гороховидная. Для луговых степей характерен моховый покров.

История хозяйственного освоения территории Мордовии – это история сокращения и обеднения естественной растительности. В конце XVII в. лесистость Мордовии составляла 49 %, в 1868 г. – 35, в 1914 г. – 23, в 1988 г. – 26 %. Устойчивая тенденция сокращения площади лесов отчетливо проявлялась до начала XX в. В последние десятилетия отмечается стабилизация лесистости. В настоящее время продолжается процесс обеднения флоры.

Основные черты животного мира определяются положением Мордовии на стыке лесной и лесостепной зон. Здесь присутствуют элементы как лесной, так и степной фауны. Наиболее типичными представителями лесной зоны на территории Мордовии являются лось, кабан, рысь, куница, медведь, заяц-беляк; из птиц – глухарь, рябчик, дятлы, дрозды, синицы. Значительно меньше животных, характерных для степи, таких, как крапчатый суслик, степная пеструшка, обыкновенный слепыш, большой тушканчик, что связано с почти полной распашкой лугово-степных комплексов.

Численность и разнообразие животного мира во многом определяются особенностями природных комплексов и степенью их антропогенной трансформации.

2.2. Ландшафты

Перераспределение тепла, влаги, внутригодовой режим тепло- и влагообеспеченности определяют функционирование сформировавшихся в разных геолого-геоморфологических условиях ландшафтов смешанных лесов водно-ледниковых равнин, широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнин, а также долинных ландшафтов.

Ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин вступили в континентальную фазу развития в начале верхнемелового периода. Длительные эрозионные процессы предопределили значительный размыв мезокайнозойских отложений и выход на дневную поверхность верхнекаменноугольных отложений. Особенности современного тектонического развития (медленное погружение) обусловили преобладание процессов аккумуляции.

В формировании водно-ледниковых равнин большую роль сыграло оледенение, под воздействием которого образовались мощные толщи песков с тонкими прослоями суглинков. По составу пески разнозернистые, кварцевые, с незначительным содержанием гравия. Мощность отложений изменяется от 10-20 м на склонах, примыкающих к долинным ПТК, до 5-10 м на водораздельных пространствах. Пески обладают хорошими фильтрационными свой-

ствами. Грунтовые воды имеют спорадическое распространение и залегают на разной глубине (до 13,0 м), что вызывает большую мозаичность в степени увлажненности природных комплексов.

В структуре почвенного покрова ландшафтов преобладают подзолистые почвы. Меньшее распространение имеют серые лесные почвы. В западинах и котловинных формах рельефа с относительно высоким уровнем грунтовых вод встречаются болотно-подзолистые и торфяные болотные почвы. Характерная особенность подзолистых почв – их относительная бедность питательными веществами.

Преобладающим типом леса в ландшафтах смешанных лесов водно-ледниковых равнин являются сосняки. В зависимости от свойств литогенной основы ландшафтов развиваются сосняки – лишайниковые, или беломошники, бруснично-вересковые, чернично-брусничные, зеленомошники, долгомошники и сфагновые. Особенности зонального положения обуславливают присутствие в этих лесах степных и таежных элементов. С увеличением степени увлажненности при наличии глинистых прослоев в песках появляется ель, которую в травянистом покрове сопровождают кислица обыкновенная, линнея, грушанки, папоротники. Кроме чистых сосновых и еловых лесов распространены смешанные (сосново-еловые и елово-липовые) леса.

Отличительной чертой рассматриваемых ландшафтов является довольно широкое распространение урочищ торфяных болот, часто олиготрофных, в растительном покрове которых встречаются северные виды.

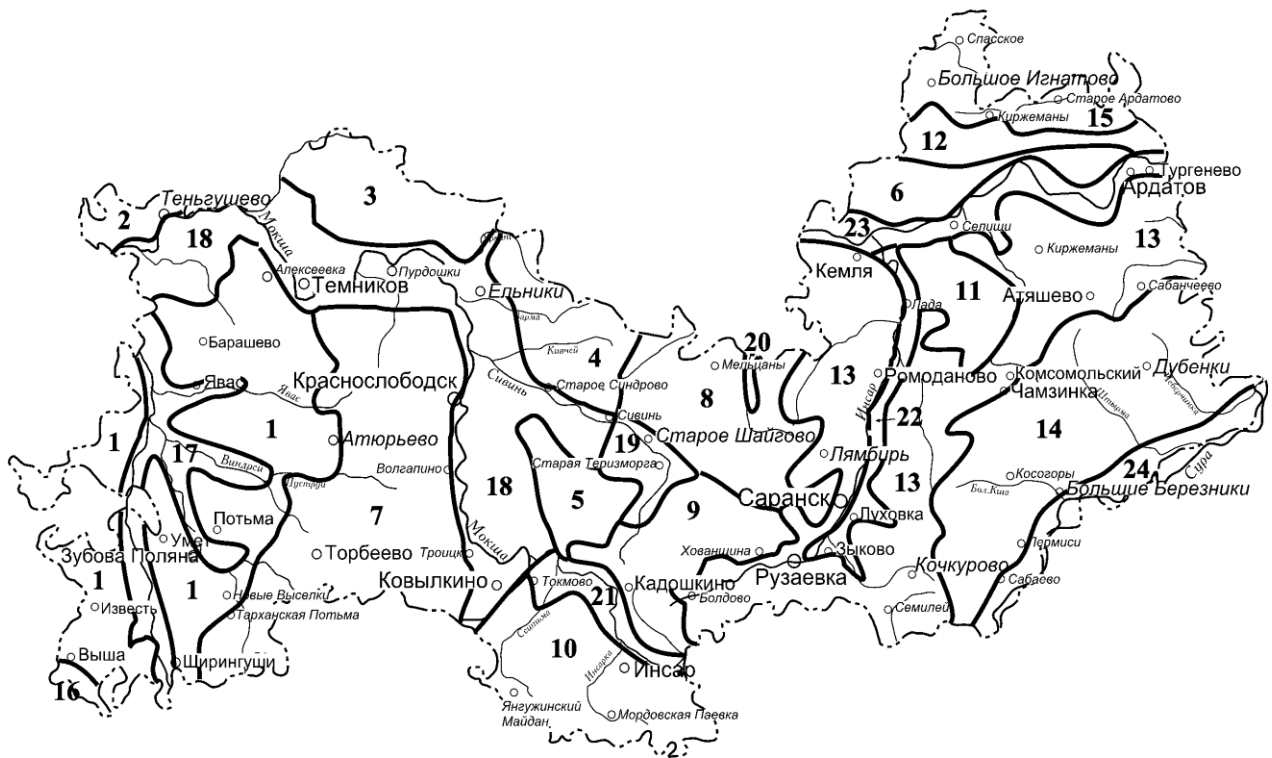
Ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин на территории Мордовии представлены следующими физико-географическими районами (ландшафтами):

В а д с к и й – восточная часть низменной Мещерской лесной провинции в пределах Мордовии. Сложен водно-ледниковыми песками, подстилаемыми песчано-глинистыми мезозойскими отложениями или моренными суглинками. Встречаются урочища с древнеэоловыми формами рельефа (около 4 % от площади ландшафта). Верховья притоков Вада - Яваса, Виндрея, Парцы располагаются на приподнятой вторичной равнине Мокша-Вадского ландшафта. В низовьях они образуют центростремительный рисунок. Преобладают дерново-подзолистые почвы, часто встречаются песчаные с участием серых лесных суглинистых. На слабодренированных междуречных пространствах распространены болота. Коренные леса – сосновые и дубовые с липой. Редко встречаются ельники (рис. 2).

Ш о к ш и н с к и й – часть лесной Мещеры на территории Мордовии. Четвертичные отложения представлены водно-ледниковыми песками, часто перекрываемыми покровными суглинками, что обуславливает проявления схожести с природными комплексами вторичных моренных равнин. С севера на юг пересекается рекой Шокшей – правым притоком Мокши. Преобладают геокомплексы с серыми лесными суглинистыми почвами, на севере с дерново-подзолистыми. В естественной растительности преобладают сосняки и дубравы.

М о к ш а - А л а т ы р с к и й – окраина Мещерской провинции. Междуречье с поверхности сложено водно-ледниковыми песками, подстилаемыми терригенными мезозойскими песчано-глинистыми породами. В бассейне Сатиса и Урката под маломощной толщей четвертичных отложений залегают карбонатные породы (известняк, доломиты) каменноугольного и пермского возрастов, что определяет проявление на 26 % территории ландшафта карстовых форм рельефа – западин и котловин. Внутренние участки междуречья

вследствие слабой дренированности заболочены. Встречаются урочища с древнеэоловыми формами. Преобладают дерново-подзолистые и подзолистые песчаные и супесчаные почвы. Коренные леса – сосновые боры, широколиственно-еловые, преобладают сосновые и мелколиственные.



Р и с. 2 . Ландшафты (физико-географические районы):

Ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин (1 – Вадский; 2 – Шокшинский; 3 – Мокша-Алатырский; 4 – Варма-Кивчейский; 5 – Мокша-Сивинский; 6 – Заалатырский). Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин (7 – Мокша-Вадский; 8 – Прируднинский; 9 – Исса-Инсарский; 10 – Мокша-Иссинский; 11 – Инсаро-Нуйский; 12 – Игнатово-Алатырский). Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин (13 – Сарка-Инсарский; 14 – Присурский; 15 – Меня-Игнатовский). Долинные ландшафты (16 – Вышинский; 17 – Парца-Вадский; 18 – Мокшинский; 19 – Верхнесивинский; 20 – Руднинский; 21 – Иссинский; 22 – Инсарский; 23 – Алатырский; 24 – Сурский)

В а р м а - К и в ч е й с к и й – занимает правобережье Мокши между Уркатом и Сивинью. Варма и Кивчей имеют субширотное течение. Их верховья начинаются на вторичной моренной равнине. Мощность водно-ледниковых отложений незначительная, несколько увеличивается (до 5 м) в нижних частях бассейнов рек. Более 50 % территории занимают геокомплексы с дерново-слабоподзолистыми почвами под мелколиственными и смешанными лесами. Ландшафт выборочно распахан.

М о к ш а - С и в и н с к и й – охватывает северо-западную часть между-речья Мокши и Сивини. На юго-восток абсолютные отметки увеличиваются и водно-ледниковая равнина сменяется вторичной моренной. Граница между ними нерезкая. Почти 87 % ландшафта занимают местности со слабоволни-

стыми междуречными пространствами, сложенными флювиогляциальными отложениями на моренных и коренных суглинках и глинах со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. Встречаются урочища с волнистыми древними эоловыми формами рельефа со слаборазвитыми песчаными почвами под мелколиственными лесами и сосняками.

З а а л а т ы р с к и й – субширотно располагается вдоль Алатыря. Литогенная основа ландшафта сформировалась в процессе перетока водно-ледниковых потоков из бассейна Мокши в бассейн Суры. Мощность флювиогляциальных песков увеличивается от водораздельных пространств Алатыря и Пьяны к Алатырю. Водно-ледниковая равнина с севера на юг пересекается левыми притоками Алатыря – Калышей, Барахманкой и др. Более 90 % ландшафта занимают местности слабоволнистых междуречных пространств, сложенных песками на моренных и коренных суглинках и глинах с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами, которые к северу сменяются дубравами, выборочно распаханые.

Преобладание в ландшафтах очень пологих склонов и слабого эрозионного вреза (до 30 м) обуславливает преимущественно ячеистую структуру ПТК (рис. 3). В морфологической структуре ландшафтов выделяются следующие геокомплексы.

С1 – местность слабоволнистых междуречных пространств, сложенная мощной толщей флювиогляциальных отложений, залегающих на днепровской морене с дерново-средне- и сильноподзолистыми почвами под смешанными лесами, ограниченно распаханых. Этот тип распространен в Вадском (23,6 %) и Варма-Кивчейском (39 %) ландшафтах. Природные комплексы имеют выборочное земледельческое освоение. Характерно наличие малых несельскохозяйственных поселков, связанных с лесохозяйственной деятельностью, размещены дома отдыха, санатории и т. п. Всего в этом типе ПТК на территории Мордовии около 20 поселений. Плотность населения невысока – 7,0 чел./км².

Ск – тип местности плоских междуречных пространств с западинными формами рельефа, сложенных флювиогляциальными отложениями, залегающими на карбонатных породах каменноугольного возраста с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами, ограниченно распаханых. Местности типа Ск распространены в Мокша-Алатырском ландшафте. Характерно ограниченное и выборочное земледельческое освоение, сочетающееся с развитием животноводства. Постоянных поселений мало. Все они сосредоточены в урочищах С3к, но и этот тип ПТК отличается малой плотностью населения – 11,2 чел./км².

Тип местности С2 включает плоские, слабоволнистые междуречные пространства, сложенные флювиогляциальными отложениями на моренных и коренных суглинках и глинах с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами, выборочно распаханые. Геокомплексы типа С2 занимают значительную долю площади во всех ландшафтах смешанных лесов водно-ледниковых равнин Мордовии, особенно в Вадском (57,0 %), Мокша-Алатырском (50,9 %), Варма-Кивчейском (56,2 %) и Заалатырском (90,3 %). Они характеризуются выборочным земледельческим освоением в лесных массивах. Характерно дисперсное селитебное освоение. Функционирует около 50 поселений, но плотность населения, как и в других типах местностей водно-ледниковых равнин, невелика – 5,1 чел./км². Характерно развитие малых несельскохозяйственных поселков (преимущественно лесных).

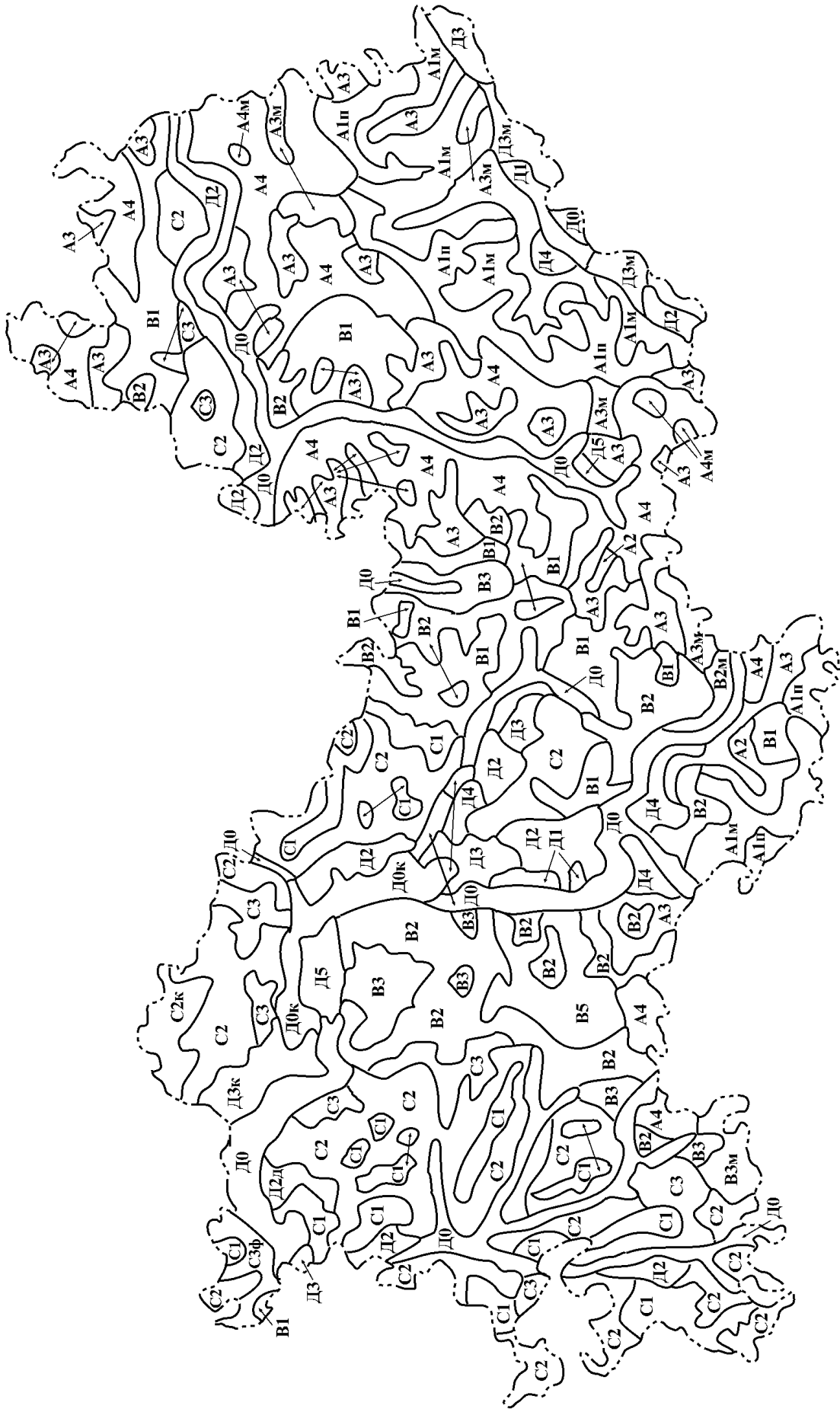


Рис. 3. Ландшафтная карта (легенда в тексте)

С3 – плоские, изредка слабоволнистые междуречные пространства, сложенные флювиогляциальными отложениями на моренных и коренных суглинках и глинах со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. Местности этого типа отмечены во всех ландшафтах смешанных лесов водно-ледниковых равнин. Наибольшее распространение имеют урочища типа С3ф, которые отсутствуют только в Варма-Кивчейском ландшафте. Им свойственно, как и предыдущим природным комплексам, выборочное сельскохозяйственное освоение. Поселения преимущественно мелкого размера. Их количество значительно (37), но плотность населения, как и в других типах ПТК ландшафтов смешанных лесов водно-ледниковых равнин, невелика – 11,7 чел./км².

В типе местности С3 встречаются урочища с волнистыми древними золотыми формами рельефа со слаборазвитыми песчаными почвами под смешанными лесами (С3э). Они встречаются во всех ландшафтах смешанных лесов водно-ледниковых равнин, за исключением Шокшинского. Их генезис и современное состояние во многом определяются антропогенной деятельностью, что проявляется в широком распространении песчаных пустошей. В этом роде урочищ функционируют 16 поселений, но они, как правило, небольшого размера, и, как следствие, плотность населения в урочищах невелика – 6,6 чел./км².

Соотношение площадей основных типов ПТК в структуре ландшафтов показывает, что по мере приближения к лесостепным ландшафтам Приволжской возвышенности происходит замещение в качестве доминантного и субдоминантного урочища С2 (57,0 % в Вадском, 56,2 % в Варма-Кивчейском и 50,9 % в Мокша-Алатырском) природными территориальными комплексами типа С3. Менее значительны изменения в направлении Вадский – Мокша-Алатырский – Заалатырский ландшафты, что объясняется их положением в зоне прорыва ледниковых вод к долине Суры и большой мощностью флювиогляциальных отложений.

Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин приурочены к более приподнятым участкам коренных пород. Мощность моренных отложений, сложенных суглинками с включением линз песка, гальки, валунов, уменьшается с запада на восток. Если в бассейне Мокши она достигает 30 м, то в восточных районах Мордовии небольшие моренные отложения наблюдаются только на выровненных участках водораздельных пространств, что объясняется общим повышением абсолютных высот на восток и усилением эрозионно-денудационных процессов. Мощность четвертичных отложений меняется и в границах ландшафтов, что выражается ее увеличением от водораздельных пространств и приводораздельных склонов к их нижним участкам. В Мокша-Вадском ландшафте она возрастает в направлении к Вадскому ландшафту (до 10-15 м).

Ледниковые суглинки обладают низкими фильтрационными свойствами. Моренные отложения часто безводны. В Мокша-Вадском и Приурдинском ландшафтах, в которых распространены подморенные флювиогляциальные отложения, часто наблюдаются выходы на дневную поверхность грунтовых вод, с чем связаны активные оползневые и эрозионные процессы. Глубина залегания грунтовых вод, как правило, уменьшается от водораздельных пространств к долинам рек (от 20 до 2 м), что не только влияет на скорость и направленность протекания природных процессов, но и во многом определяет пространственную структуру освоенческих процессов, например селитебных (размещение и размеры населенных пунктов).

Глубина эрозионного вреза в ландшафтах широколиственных лесов вторичных моренных равнин возрастает с запада на восток. Если в зоне контакта с ландшафтами смешанных лесов водно-ледниковых равнин она редко превышает 30-40 м (Мокша-Вадский ландшафт), то в географическом соседстве с ландшафтами эрозионно-денудационных равнин восточной Мордовии вертикальная расчлененность достигает 70-80 м. Особенности физических свойств коренных пород и ледниковых отложений, гидрогеологические условия и положение по отношению к другим ландшафтам выражаются в широком пространстве крутых и пологонаклонных склонов.

Подземные воды междуречий разгружаются в чехол склоновых отложений. Особенности динамики грунтовых вод и связанное с ним передвижение водно-растворимых веществ касаются в первую очередь выщелачивания из почв и грунтов водоразделов CaCO_3 и перераспределения его с внутрипочвенным стоком к нижним частям склона. Этим обусловлены и основные закономерности распределения почв.

На водораздельных поверхностях и приводораздельных склонах распространены светло-серые и серые лесные почвы. На средних участках склонов они сменяются темно-серыми лесными, а на нижних (придолинных) преобладают черноземы. По западинам и в нижних частях склонов встречаются серые лесные глеевые почвы.

Леса этой группы ПТК представлены преимущественно дубравами, в которых кроме дуба произрастают ясень обыкновенный, клен остролистный, вяз, липа. Перечисленные породы могут в отдельных случаях находиться в первом ярусе и доминировать. Преобладающей тенденцией в лесовосстановительных процессах является возобновление дуба. Наиболее распространенными растительными ассоциациями выступают дубняки кленово-осоково-злаковые, дубняки лещино-волосистоосоковые, дубняки кленово-липовые снытевые и разнотравные. Вторичные леса чаще представлены осинниками.

На отдельных крутых склонах вторичных моренных равнин сохранились кустарниковые степи, которые состоят из вишни степной, миндаля низкого, спиреи Литвинова, жостера слабительного, раkitника русского. В травянистом покрове кустарниковых зарослей значительна доля степных видов.

На нижних (придолинных) участках склонов в начальные периоды хозяйственного освоения территории была распространена луговая степь. В настоящее время она сохранилась отдельными фрагментами по крутым склонам и балкам. В составе травянистого покрова распространены медуница неясная, адонис весенний, первоцвет весенний, проломники, фиалки, осоки, лапчатка, горошек тонколистный, подмаренник настоящий, тысячелистник, типчак, встречаются костер безостый и береговой, шалфей степной, смолевка, вероника. На участках со слабой пастбищной нагрузкой развит моховой покров.

Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин по особенностям морфологии разделяются на шесть ландшафтов (физико-географических районов).

М о к ш а - В а д с к и й – занимает водораздельное пространство Мокши и Вада, сложенное моренными, элювиально-делювиальными и лессовидными суглинками. Склоны, обращенные к Мокше, более короткие, крутые, расчленены глубокими балками. По коренному борту долины Мокши активно протекают оползневые и эрозионные процессы. На плоских междуречных пространствах распространены суффозионные западины. В ландшафте доминируют урочища пологих склонов, сложенные суглинками с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами (44 %); в качестве субдоминан-

тов выделяются слабоволнистые поверхности придолинных склонов, сложенные делювием морен с выщелоченными и луговыми черноземами, естественная растительность которых была представлена луговыми степями.

М о к ш а - И с с и н с к и й – сильно расчлененное междуречное пространство с хорошо выраженной сменой природных комплексов с юго-запада на северо-восток к долине Иссы. В южной части ландшафта, примыкающей к границе Мордовии, распространены геокомплексы останцово-водораздельных массивов, сложенные элювиально-делювиальными, реже ледниковыми суглинками, подстилаемыми кремнисто-карбонатными и карбонатными породами с серыми лесными, часто щебнистыми почвами под широколиственными лесами. Геокомплексы выборочно распаханые. По левобережью Иссы узкой полосой протянулись ПТК со слабонаклонными склонами, сложенные элювиально-делювиальными отложениями терригенных пород с серыми лесными почвами и черноземами. Лугово-степные комплексы занимают около 4 % ландшафта. Нижние придолинные участки склонов значительно распаханы.

И с с а - И н с а р с к и й – куполообразное междуречное пространство с центробежным рисунком гидросети верховьев Иссы, Инсара и Сивини. Центральные части междуречных пространств представляют собой волнистые и пологоволнистые поверхности, сложенные гляциальными отложениями, подстилаемые в отдельных родах урочищ карбонатными породами (19 %), со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. На придолинных участках склонов встречаются сильно освоенные природные комплексы луговых степей (4 %).

П р и р у д н и н с к и й – занимает преимущественно бассейн реки Рудня. На приводораздельных пространствах, сложенных элювием морен, распространены светло-серые и серые лесные почвы (50 %). На средних участках склонов на делювиальных и моренных суглинках преобладают темно-серые лесные и оподзоленные черноземы (около 30 %). В центральной части бассейна доминируют лугово-степные комплексы с выщелоченными и луговыми черноземами (17 %).

И г н а т о в о - А л а т ы р с к и й – вытянут субширотно на водораздельном пространстве Пьяны и Алатыря. Преобладают волнистые, пологоволнистые поверхности, сложенные элювием морен (80,6 %) и озерно-ледниковыми глинами (6,8 %), залегающими на нижнемеловых глинах со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами. В краевой части ландшафта распространены урочища средних участков склонов, сложенные делювиальными и моренными суглинками с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами.

И н с а р о - Н у й с к и й – занимает дугообразный субмеридионально вытянутый междуречный массив, сильно расчлененный овражно-балочной сетью. Более 80 % площади ландшафта занимают приводораздельные пространства, сложенные элювием моренных отложений, залегающих на нижнемеловых глинах со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами, которые по мере перехода к средним и нижним участкам склонов долин рек Инсар и Нуя сменяются урочищами, литогенная основа которых сложена делювиальными суглинками с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами (14,4 %). Они оконтуривают небольшие по площади лугово-степные геокомплексы (4,5 %).

Дифференциация природных процессов в условиях мезорельефа вторичных моренных равнин позволяет выделить следующие природные территориальные комплексы.

Тип местности Вп – останцово-водораздельные массивы, сложенные элювием морен, залегающих на кремнисто-карбонатных породах, с серыми лесными щебнистыми почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. Этим природным комплексам свойственны выборочное сельскохозяйственное освоение, малая распаханность, высокая доля в структуре сельскохозяйственных угодий пастбищ и сенокосов. Урочища отличаются слабой селитебной освоенностью (всего 3 селения) и, как следствие, малой плотностью населения – 0,6 чел./км².

Тип местности Вм – волнистые поверхности средних участков склонов, сложенные элювиально-делювиальными отложениями морен, залегающими на карбонатных породах верхнего мела с серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. Местности этого типа распространены в южной Мордовии (Мокша-Вадский и Исса-Инсарский ландшафты).

Геокомплексы типа Вм имеют слабую и среднюю сельскохозяйственную освоенность. Всего здесь насчитывается около 20 населенных пунктов. Их численность по типам урочищ одинакова, но плотность населения существенно различается – от 12,8 до 49,6 чел./км².

Тип местности ВЗм – волнистые поверхности придолинных склонов, сложенные делювием карбонатных пород верхнего мела с выщелоченными и луговыми черноземами под лугами и луговыми степями. Эти геокомплексы встречаются в южной части Мокша-Вадского ландшафта. Им свойственна высокая земледельческая освоенность.

Наибольшим разнообразием ландшафтно-экологических условий отличается тип местности В1 – волнистые и пологоволнистые поверхности водораздельных пространств, сложенные гляциальными отложениями со светло-серыми и серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые.

Сельскохозяйственное освоение этих природных комплексов имело выборочный характер. В современной структуре использования земель значительна доля лесных, сенокосных и пастбищных угодий. Селитебная освоенность урочищ весьма неоднородная. Размещение населенных пунктов, застройка и инфраструктурные элементы в значительной степени зависят от морфологической структуры ландшафтов. Наиболее сложные инженерно-геологические условия характерны для урочищ, в которых литогенная основа сложена озерно-ледниковыми отложениями. Они слабоустойчивы и требуют в случае инженерного освоения дополнительных мероприятий по закреплению.

Тип местности В2 – волнистые поверхности средних участков склонов, сложенные моренными и делювиальными суглинками с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами, преимущественно распаханые.

Все геокомплексы типа В2, по сравнению с ПТК типа В1, отличаются большей распаханностью, но в них также велика доля пастбищ и сенокосов. Урочищам В2 свойственна высокая селитебная освоенность. Незначительное селитебное освоение в Мокша-Иссинском ландшафте объясняется слабой устойчивостью литогенной основы природных территориальных комплексов.

Тип местности В3 представлен волнистыми поверхностями придолинных склонов, сложенных делювиальными суглинками с выщелоченными и луговыми черноземами под луговыми степями.

Природным комплексам свойственны высокая распаханность и крупные массивы пашни с преобладанием зернового земледелия. Сравнительно высокая селитебная освоенность. Всего насчитывается 94 селения. Средняя плотность населения – 18,1 чел./км².

В южных частях Мокша-Иссинского и Мокша-Вадского ландшафтов отмечается увеличение доли геокомплексов ландшафтов эрозионно-денудационных равнин, что отражает переход к ландшафтам Приволжской возвышенности.

Склоновая смена природных комплексов ориентирована по отношению к речным системам: к рекам Пьяна и Алатырь – в Игнатово-Алатырском, Рудня – в Прируднинском, Исса и Инсар – в Исса-Инсарском и реке вое ииянИсса – в Мокша-Иссинском ландшафтах. В Мокша-Вадском ландшафте описываемая закономерность имеет слабое проявление вследствие малой расчлененности и высоты поверхности.

Тип местности В3 расположен в нижних частях склонов до абсолютных отметок 210 м, В2 – между отметками 210-220 м и В1 – выше 220 м. Выраженность типа местности В2 зависит от морфологии склона и литологического состава отложений.

Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин распространены в восточной Мордовии. Своеобразие их развития связано с активными тектоническими инверсиями в палеогене и неогене. В начале миоцена в этой группе ландшафтов шел процесс формирования наиболее древней по возрасту и самой молодой по слагающим породам поверхности – Сурского плато. Преобладание эрозионных процессов в развитии морфоскульптур рельефа привело к обособлению в пределах некогда единого образования ряда современных ландшафтов.

Значительные абсолютные высоты в этой группе ландшафтов и положение в краевой части донского (днепровского) ледника обусловили незначительную роль ледниковых отложений и форм рельефа в формировании ПТК. Ледниковые отложения распространены только в Меня-Игнатовском и Сарка-Инсарском ландшафтах, но и здесь их роль в формировании морфологической структуры природных территориальных комплексов незначительна. В Присурском ландшафте следов непосредственного влияния ледника не обнаружено.

В ландшафтах эрозионно-денудационных равнин большое влияние на формирование геокомплексов оказывают коренные горные породы. В Присурском ландшафте литогенная основа преимущественно представлена мергелями, опоками, глауконитово-кварцевыми песками палеогенового возраста и отложениями мела верхнемелового возраста. В Сарка-Инсарском и Меня-Игнатовском ландшафтах преобладают песчано-глинистые коренные породы нижнего мела и юры. Физические свойства литогенной основы выравниваются при увеличении мощности элювиально-делювиальных суглинков. Поэтому наиболее выраженными в ландшафтной структуре являются границы ПТК, существенно отличающихся по составу коренных пород.

На водораздельных и приводораздельных склонах эрозионно-денудационных равнин юго-восточной Мордовии часто наблюдаются выходы коренных пород: опок, мергелей, глауконитово-кварцевых песков палеогена и писчего мела верхнемелового возраста в Присурском ландшафте, а также песчано-глинистых нижнемеловых и мела верхнемеловых отложений в Сарка-Инсарском и Меня-Игнатовском ландшафтах. На коренных склонах долин рек на дневную поверхность выходят юрские глины. Мощность четвертичных от-

ложений увеличивается на нижних участках склонов до 10 м. Преобладающая мощность – от 2 до 5 м.

Особенности истории развития определили высокую эрозионную расчлененность территории. Глубина эрозионного вреза в Присурском ландшафте составляет 100-120 м, в Сарка-Инсарском и Меня-Игнатовском – 70-80 м. В Присурском ландшафте доля склонов с крутизной до 2° одна из наименьших в Мордовии – 26,1 %, значительна доля крутых склонов – 7,7 %.

Характер геолого-геоморфологического строения обуславливает значительное разнообразие гидрогеологических условий. Воды палеогеновых отложений имеют спорадическое распространение и отмечаются на глубине 17-41 м. Воды верхнемеловых отложений также безнапорные, вскрываются на глубинах 11-28 м. Наибольшее распространение имеют водоносные горизонты нижнемеловых отложений, глубина их залегания колеблется от 1 до 48 м.

В структуре почвенного покрова преобладают серые лесные почвы, которые на останцово-водораздельных массивах представлены родом неполноразвитых (слабо-, средне- и сильнощепнистых) серых лесных почв. На нижних участках склонов (в центральных частях речных бассейнов) распространены оподзоленные и выщелоченные черноземы. На карбонатных отложениях палеогенового и верхнемелового возрастов встречается род остаточнокarbonатных почв, а на коренных нижнемеловых и юрских иловатых глинах – слитые черноземы.

Состав лесных массивов этой группы природных комплексов отличается наибольшим разнообразием. Кроме дубовых лесов значительна площадь липняков, ясенников. Во втором ярусе дубрав обильна кустарниковая поросль – липа, орешник, ясень, калина, клен, жимолость лесная. В травянистом покрове типичны сныть обыкновенная, осока волосистая, ясменник пахучий и др. В виде вторичных лесов встречаются осинники, реже березняки, структура которых близка к коренным лесам. Опушки, особенно южной экспозиции, сильно остепнены; здесь встречаются заросли шиповника и терна со степным травянистым покровом из шалфея, подмаренника настоящего, смолевки, чины гороховидной, горошка заборного и др.

В центральных частях бассейнов рек ландшафтов эрозионно-денудационных равнин в начальные периоды хозяйственного освоения территории были распространены кустарниковые и луговые степи. Эти геокомплексы в настоящее время значительно распахананы.

Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин дифференцируются на следующие физико-географические районы (ландшафты).

М е н я - П ь я н с к и й – занимает центральные части бассейнов рек Меня и Пьяна. Доминантными являются геокомплексы нижних (придолинных) участков склонов, сложенных делювием терригенных пород и лессовидных суглинков с выщелоченными и луговыми черноземами под луговыми степями (75,1 %), значительно распаханые. По мере увеличения абсолютных отметок лугово-степные комплексы сменяются урочищами, сложенными элювиально-делювиальными отложениями с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами с небольшими массивами широколиственных лесов (24,8 %).

С а р к а - И н с а р с к и й – разделяется на два подрайона, первый из которых занимает большую часть бассейна Инсара, а второй – бассейны Нуи, Большой и Малой Сарки. В качестве содоминантов выступают местности

склонов, сложенные делювием терригенных пород с выщелоченными и луговыми черноземами под луговыми степями, значительно распаханые (41,3 %), и склоны, сложенные элювиально-делювиальными отложениями терригенных пород с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами, преимущественно распаханые (46,2 %). На их фоне отдельными массивами встречаются геокомплексы, литогенная основа которых сложена карбонатными и кремнисто-карбонатными породами (мел, опоки, мергели). В структуре почвенного покрова преобладают серые лесные почвы. Встречаются небольшие по площади лесные массивы.

П р и с у р с к и й – располагается в осевой части Приволжской возвышенности. С севера граничит с Сарка-Инсарским ландшафтом, а на юге ограничивается долиной реки Суры. Дугообразный водораздел венчается останцово-водораздельными массивами, расчленяемыми верховьями левых притоков Суры – Большой и Малой Кши, Штырмы, Лаши, Чеберчинки, сложенными кремнисто-карбонатными породами со светло-серыми и серыми лесными щебнистыми почвами с небольшими массивами широколиственных лесов (27,7 %). На более низких абсолютных отметках они окаймляются урочищами склонов, сложенных элювиально-делювиальными отложениями карбонатных пород верхнего мела с темно-серыми лесными почвами и черноземами под широколиственными лесами, преимущественно распаханых (54,8 %). На придолинных участках склонов притоков Суры встречаются сплошь распаханые лугово-степные комплексы.

Взаимодействие гидроклиматических условий и литогенной основы сказывается в обособлении в пределах ландшафтов эрозионно-денудационных равнин следующих геокомплексов.

Тип местности Ап (доминантные урочища А1п) – останцово-водораздельные массивы, сложенные элювием кремнисто-карбонатных пород со светло-серыми и серыми лесными щебнистыми почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые.

Значительную площадь ПТК типа Ап занимают в Присурском ландшафте (27,7 %), в качестве урочищ-одинок встречаются в Сарка-Инсарском. Они отличаются значительной залесенностью и выборочным земледельческим освоением. Характерно дисперсное расселение. Здесь функционируют 15 населенных пунктов, но плотность населения невелика – 1,3 чел./км².

Тип местности Ам – волнистые поверхности средних участков склонов, сложенные элювиально-делювиальными отложениями карбонатных пород верхнего мела с темно-серыми лесными почвами и черноземами под широколиственными лесами, преимущественно распаханые. Этот тип распространен в Присурском и Сарка-Инсарском ландшафтах юго-восточной Мордовии. Для геокомплексов характерно выборочное сельскохозяйственное освоение со значительной долей сенокосных, пастбищных и лесных угодий. Селитебная освоенность урочищ средняя. В природных комплексах размещено 47 населенных пунктов; плотность населения 10,9 чел./км². В геокомплексах с оподзоленными черноземами расположено 37 поселений; плотность населения средняя – 18,1 чел./км².

Тип местности А4м занимает придолинные склоны, сложенные делювием карбонатных пород верхнего мела с выщелоченными и остаточными карбонатными черноземами под луговыми степями, преимущественно распаханые. ПТК этого типа в виде урочищ-одинок встречаются в Сарка-Инсарском ландшафте. Им свойственна значительная распаханность. Плотность населения высокая – более 25 чел./км².

Тип местности А2 – волнистые, пологоволнистые поверхности водораздельных пространств, сложенные элювием терригенных пород со светло-серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые.

Небольшими участками геокомплексы этой группы распространены во всех ландшафтах эрозионно-денудационных равнин. ПТК отличаются средней распаханностью, имеют значительную площадь малых лесных массивов, пастбищ и сенокосов. Характерна сравнительно густая сеть мелких и средних по размерам поселений. В этом типе ПТК функционируют 9 поселений, плотность населения – 20,7 чел./км².

А3 – волнистые поверхности средних участков склонов, сложенные элювиально-делювиальными отложениями терригенных пород с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами, преимущественно распаханые. Геокомплексы этой группы занимают значительные площади в Сарка-Инсарском и Игнатово-Алатырском ландшафтах. Они отличаются высокой степенью земледельческой освоенности. Пашня расчленена местами залесенной овражно-балочной сетью. Характерна густая сеть мелких и средних по размерам поселений, размещение которых зависит от структуры ландшафтов. Всего насчитывается 124 поселения. Плотность населения – 25,4 чел./км².

Тип местности А4 – волнистые поверхности придолинных склонов, сложенные делювием терригенных пород с выщелоченными и луговыми черноземами под луговыми степями, значительно распаханые. Этот тип ПТК широко распространен в Меня-Игнатовском (75,1 %) и Сарка-Инсарском ландшафтах. Геокомплексы характеризуются высокой распаханностью, крупными массивами пашни с преобладанием зернового земледелия и технических культур. Свойственна сеть крупных поселений. Всего насчитывается 203 населенных пункта. Плотность населения весьма значительная – 30,6 чел./км².

Участие отдельных типов ПТК в морфологической структуре выделенных ландшафтов различно. Так, в Присурском ландшафте преобладают типы местности А1, А2, тогда как в Меня-Игнатовском и Сарка-Инсарском площадь, занимаемая ПТК А2, незначительна. Доминирование типов местностей А4 и А3 в двух последних и их положение в морфологической структуре позволяют отнести эти ландшафты к лесостепным.

Склоновая смена местностей ориентирована в направлении от водоразделов к гидрографической сети: в Присурском ландшафте – к долинам Суры и ее крупных притоков – рек Большая Кша, Чеберчинка; в Сарка-Инсарском – к Инсару и его притокам Большая Аморда и Ладка, рекам Большая Сарка и Нуя; в Меня-Игнатовском – к рекам Пьяна и Меня. Склоновая дифференциация ПТК позволяет выделить основные пути миграции водного стока и мелкозема, предвидеть развитие эрозионных процессов при распашке земель.

Определение абсолютных высот в положении типов местностей показывает существующие высотные закономерности смен ПТК. В Меня-Игнатовском ландшафте типы местности А4 расположены до абсолютных высот 190 м в бассейне р. Пьяна и 200 м – в бассейне р. Меня. Тип местности А3 хорошо выражен только в бассейне Пьяны. В Сарка-Инсарском ландшафте различия в высотном положении типа местности А4 более существенны. В бассейне рек Большая Сарка и Нуя он располагается до абсолютной отметки 210 м; в бассейне Инсара характерно асимметричное распространение; в правобережье А4 имеет достигаем отметок 210 м, в левобережье – до 200 м. В

Присурском ландшафте в отличие от Меня-Игнатовского и Сарка-Инсарского преобладают типы местности А1, А2, которые занимают высотный интервал 120-170 м.

Долинные ландшафты. Сложность морфологической структуры и размещения типов ПТК в долинных ландшафтах зависит от литогенной основы, которая определяет ширину и высоту пойм, состав пойменных отложений, характер рельефа, условия увлажненности, почвенно-растительный покров, а следовательно, и морфологическую структуру ландшафтов.

В долинных ландшафтах выделяются две группы ПТК: поймы и надпойменные террасы. Последние сложены аллювиальными песками и прослоями супесей, суглинков. На отдельных участках развиты болотные отложения. Мощность аллювиальных отложений в выделенных ландшафтах различна: в Инсарском – 10-20 м, в Сурском, Алатырском, Руднинском, Иссинском на отдельных участках – до 50, в Мокшинском и Парца-Вадском – более 50 м, т. е. увеличение мощности отложений происходит с востока на запад. Они подстилаются песчано-глинистыми образованиями нижнего мела, глинистыми осадками юры и известняками верхнего карбона. Последние распространены в Мокшинском ландшафте от г. Темникова до г. Краснослободска и с. Сивинь по р. Сивинь.

Аллювиальные отложения значительно обводнены. Уровень грунтовых вод колеблется от нуля (на заболоченных участках) до нескольких метров. Неравномерное залегание грунтовых вод, сложный литологический состав отложений обуславливают значительную ландшафтную раздробленность.

Значительная неоднородность физико-географических условий в долинах рек определяет присутствие широкого спектра типов почв. В западной Мордовии, а также в долинах Алатыря и Суры преобладают подзолистые, болотно-подзолистые, серые лесные и торфяные болотные почвы. На древнеаллювиальных отложениях центральной и восточной Мордовии распространены черноземные и лугово-черноземные почвы. В поймах рек господствуют аллювиальные почвы: дерновые слоистые примитивные, дерновые слоистые, дерновые типичные, дерновые оподзоленные, дерново-глеевые и болотные иловато-перегнойно-глеевые. Разнообразие экологических условий в долинах рек проявляется в сложной структуре растительности и значительной концентрации реликтовых видов растений и животных.

Долинные комплексы объединяются в следующие физико-географические районы (ландшафты).

П а р ц а - В а д с к и й – располагается во внутренней части Вадского ландшафта смешанных лесов водно-ледниковой равнины. Надпойменно-террасовые комплексы характеризуются распространением пологоволнистых поверхностей, сложенных древнеаллювиальными отложениями (песками) с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами (30,1 %). Доля пойменных комплексов в ландшафте высокая (40,3 %). Они сильно заболочены. Земледельческая освоенность ландшафта слабая.

М о к ш и н с к и й – имеет географическое соседство с 8 ландшафтами междуречных пространств, что определяет присутствие почти всего спектра типов геоконплексов долинных ландшафтов, выделенных на территории Мордовии. Ландшафты смешанных лесов занимают около 39 %, широколиственных – 17 %, луговых степей – 3 %; весьма развиты пойменные комплексы – 41 % площади. Высокая ландшафтная неоднородность определяет неравномерность хозяйственной освоенности.

В е р х н е с и в и н с к и й – расположен между ландшафтами широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин, что отразилось в доминировании урочищ слабоволнистых поверхностей со светло-серыми и серыми лесными (33 %), темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами (44 %). Встречаются небольшие участки лугово-степных комплексов с луговыми и выщелоченными черноземами (2 %). Доля пойменных комплексов в структуре ландшафта 22 %.

И с с и н с к и й – расположен между Мокша-Иссинским и Инсарским ландшафтами широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин. В качестве содоминантов выступают урочища надпойменно-террасовых слабоволнистых поверхностей, сложенных древнеаллювиальными отложениями с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами, формировавшиеся под широколиственными лесами (46 %), и с черноземно-луговыми почвами и выщелоченными черноземами под лугами и луговыми степями (15 %). Пойменные урочища занимают около 40 % территории.

А л а т ы р с к и й – субшироотно вытянут в восточной Мордовии между ландшафтами смешанных лесов водно-ледниковых равнин на севере и лесостепными на юге. Около 57 % площади занимают урочища надпойменно-террасовых пологоволнистых поверхностей, сложенных песчаными древнеаллювиальными отложениями, с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами, ограниченно земледельчески освоенные. Многообразие географического соседства этого долинного комплекса отражается в сложности морфологии ландшафта, включающей смешанные и широколиственные леса (82 %), а также луговые степи (6 %). Доля пойменных комплексов около 12 %; они сильно заболочены. Уровень хозяйственной освоенности низкий.

И н с а р с к и й – территориально ограничивается Сарка-Инсарским лесостепным ландшафтом. Располагаясь в осевой части бассейна Инсара, он соседствует преимущественно с лугово-степными комплексами междуречий. Надпойменно-террасовые слабоволнистые поверхности характеризуются распространением черноземно-луговых почв и выщелоченных черноземов, сформировавшихся под лугами и луговыми степями (52 %). В качестве содоминантов выступают пойменные урочища – 48 % площади ландшафта. Геокомплексы отличаются высокой хозяйственной освоенностью.

С у р с к и й – на территории Мордовии граничит с Присурским ландшафтом. Доминантными урочищами являются надпойменно-террасовые слабоволнистые поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями со светло-серыми и серыми лесными почвами под смешанными лесами (42 %). Террасовые комплексы значительно переработаны эоловыми процессами (7 %) и сильно заболочены. Около 24 % ландшафта занимает пойма. Общая хозяйственная освоенность территории низкая.

В ы ш и н с к и й – расположен в юго-западной части Мордовии и граничит с Вадским ландшафтом. Надпойменно-террасовые пологоволнистые поверхности сложены песками с дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами (37 %). Земледельческая освоенность низкая; 63 % площади ландшафта составляет сильно заболоченная пойма.

Р у д н и н с к и й – расположен в осевой части Прируднинского ландшафта. В морфологической структуре доминируют урочища надпойменно-террасовых поверхностей, сложенных древнеаллювиальными отложениями и лессовидными суглинками с черноземно-луговыми почвами и выщелоченными

ми черноземами под лугами и луговыми степями (65 %); 35 % территории занимают поймы. Характерна высокая земледельческая освоенность.

В долинных ландшафтах Мордовии выделяются следующие типы местности высоких террас.

Д1 – надпойменно-террасовые волнистые поверхности с эоловыми формами рельефа, сложенные древнеаллювиальными отложениями со слабо развитыми песчаными почвами под смешанными лесами. Распространены в Мокшинском, Алатырском и Сурском ландшафтах. При сельскохозяйственном освоении формируются песчаные пустоши. Целесообразно проведение лесовосстановительных работ.

Тип местности Дк – надпойменно-террасовые волнистые поверхности с западинными формами рельефа, сложенные мощной толщей древнеаллювиальных отложений, залегающих на карбонатных породах каменноугольного возраста, с подзолистыми, слабо развитыми песчаными, реже серыми лесными почвами под смешанными лесами, ограниченно распаханые. Селитебная освоенность урочищ невысокая. При хозяйственном освоении территории активизируются карстовые и эоловые процессы.

Тип местности Дм – надпойменно-террасовые слабоволнистые поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями, с серыми лесными почвами под широколиственными лесами, выборочно распаханые. Урочищам этого типа местности свойственно выборочное сельскохозяйственное освоение. Характерно дисперсное расселение, преимущественно в малых населенных пунктах. Всего насчитывается 37 поселений. Плотность населения невысокая – 6,1 чел./км².

Тип местности Д2 – надпойменно-террасовые поверхности с эоловыми формами рельефа и дерново-слабоподзолистыми почвами под смешанными лесами, ограниченно распаханые.

Тип местности Д3 – надпойменно-террасовые волнистые поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями с дерново-подзолистыми, светло-серыми и серыми лесными почвами под смешанными лесами.

ПТК типов Д2 и Д3 распространены преимущественно в долинах западной Мордовии. Природным комплексам свойственно выборочное сельскохозяйственное освоение. На их территории размещены 37 поселений. Местности отличаются относительно высокой плотностью населения – 18,6 чел./км².

Тип местности Д4 – надпойменно-террасовые слабоволнистые поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями с темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами под широколиственными лесами. Особенно значительные площади этот тип ПТК занимает в Верхнесивинском и Иссинском ландшафтах. Природные комплексы отличаются высокой распаханностью, значительной расчлененностью пашни гидрографической сетью. Здесь расположено 28 населенных пунктов, но плотность населения невелика – 6,9 чел./км².

Тип местности Д5 – надпойменно-террасовые слабоволнистые поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями с черноземно-луговыми почвами и выщелоченными черноземами под лугами и луговыми степями. Занимают значительные площади в Инсарском (52,3 %) и Руднинском (64,9 %) ландшафтах. Для геокомплексов характерны крупные массивы пашни. Возделываются зерновые, технические и овощные культуры. Распространены поселки средних размеров. Размещено 24 населенных пункта. Плотность населения – 5,1 чел./км².

Наибольшей однородностью структуры отличаются долинные ландшафты, расположенные в однотипных условиях литогенной основы и соседствующие с однородными междолинными ландшафтами. На изученной территории таковыми являются Парца-Вадский и Руднинский ландшафты (они рассматриваются только на участках, входящих в территорию исследования). Преобладающую долю в общей площади надпойменных ПТК в Парца-Вадском ландшафте занимает тип местности Д1, в Инсарском и Руднинском – Д4. Усложнение морфологической структуры происходит в Иссинском ландшафте, расположенном между районами широколиственных лесов вторичных моренных равнин, в котором находятся ПТК Д2 и Д3.

Самостоятельный тип местности образуют поймы долинных ландшафтов – Д0. Пойменные геокомплексы с древнейших времен активно используются человеком. В Мордовии к ним тяготеют около 130 населенных пунктов. Плотность населения в этом типе ПТК наивысшая – 314 чел./км².

2.3. Сезонная динамика ландшафтов

Сезонные состояния проявляются в характере и напряженности процессов выветривания, в режимах рек и водоемов, почвообразовании, сменах аспектов биоценозов. Вследствие географического положения Мордовии в умеренном поясе в ее ландшафтах четко выражены все сезоны года.

К зимнему климатическому сезону относится промежуток времени, заключенный между датами перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С (образование устойчивого снежного покрова осенью и разрушение его весной).

Наиболее распространенной в данном регионе является следующая классификация погоды: слабо морозная (33 % дней периода), умеренно морозная (47 %) и значительно морозная (20 %) [Галахова, 1979]. Однотипный характер погоды в большинстве случаев (49-60 %) удерживается в течение одного дня, число контрастных смен погоды находится в пределах 40-44 %.

Осадки зимнего периода выпадают преимущественно в виде снега и по месяцам распределяются следующим образом: в декабре – 31-36 мм, в январе – 25-36 мм, в феврале – 22-30 мм. Наибольшую мощность снежный покров имеет к концу февраля - началу марта. Толщина льда обычно к концу зимы составляет 40-60 см, реже – до 1 м. Малые реки и ручьи в суровые зимы часто перемерзают.

Весна на территории Мордовии протекает сравнительно быстро. Продолжительность ее – 69-71 день. От марта к маю учащается повторяемость ветров северных и северо-восточных направлений. Средняя месячная температура в марте отрицательная (от -5 до -6 °С). В конце марта проталины образуются не только на склонах южной экспозиции, но и на ровных площадках. Эти события быстрее наступают в лесостепных ландшафтах.

В апреле средняя температура становится положительной (3,5-4 °С). Снежный покров быстро разрушается, и в реках наблюдается подъем воды. Через 8-10 дней после начала половодья перед его максимумом проходит ледоход. Половодье часто затягивается на весь апрель. К концу месяца почвы полностью оттаивают.

В мае происходит дальнейшее увеличение среднесуточных температур (12,6-13,2 °С). В конце апреля - начале мая начинает зеленеть береза, в середине мая цветет черемуха и распускает листья дуб. В этот период в воздухе

обычно наблюдаются последние заморозки. В лесостепных ландшафтах прохождение основных фаз развития природы идет быстрее, чем в лесных. В течение весеннего периода выпадает 75-80 мм осадков.

Весной отмечено самое большое разнообразие в характере погодного режима: от суховейно-засушливого до сильно морозного [Галахова, 1979]. Наиболее распространенной является погода малооблачная (20 %), умеренно морозная (17 %), с переходом температуры воздуха через 0 °С (до 25 % дней периода). Режим погоды весной малоустойчив. Однотипный ее характер удерживается в течение одного дня в 73-74 % случаев. Вероятность сохранения одного класса погоды в течение 5 дней составляет 2 %. Число контрастных смен погоды находится в пределах 35 % [Галахова, 1979]. В мае испарение превышает количество осадков.

Лето на территории Мордовии начинается в третьей декаде мая при переходе средних суточных температур через 15 °С. Его продолжительность составляет 115-120 дней. Возрастает повторяемость циклонов, вторгающихся с запада, северо-запада. Среднемесячная температура воздуха в июле – 18,9-19,8 °С. Абсолютный максимум достигает 37-39 °С. Возрастает суммы атмосферных осадков, максимум их приходится на июнь - июль. Но вследствие большой испаряемости в начале июня на реках устанавливается устойчивая межень, продолжающаяся до начала - середины октября. Максимальная температура воды у поверхности на реках летом доходит до 20 °С.

Отмечается повторяемость различных классов погоды: от погоды с переходом температуры воздуха через 0 °С до суховейно-засушливой. Наиболее распространенной является малооблачная погода и погода с дневной облачностью, которые занимают по 20-30 % дней периода. Меньшую повторяемость имеют умеренно засушливая (19 %) и дождливая (15 %) погода. Однотипный характер погоды летом удерживается в течение одного дня (80-85 %), число ее контрастных смен находится в пределах 37 % [Галахова, 1979]. Концом лета принято считать дату перехода средней суточной температуры через 10 °С. В основном в начале сентября у берез начинают желтеть листья.

Осень начинается, когда на почве появляются первые заморозки. Этот период на территории республики приходится на 20-24 сентября. Во второй половине октября вначале береза, а затем широколиственные породы сбрасывают листву. С 1-4 ноября температура воздуха переходит через 0 °С, начинается период предзимья, который продолжается до перехода средней суточной температуры через -5 °С. Количество осадков в осенний период по сравнению с летним уменьшается, они выпадают в виде дождя, снега, мокрого снега, ледяной крупы. Устойчивый снежный покров обычно устанавливается в конце ноября. В конце ноября - первой половине декабря реки на 4-5 месяцев покрываются льдом. Устанавливается зимняя межень, наиболее глубокая перед началом очередного весеннего половодья.

Режим погоды осенью варьирует от суховейно-засушливой в начале сезона до умеренно морозной в конце. Наиболее распространена в начале осени малооблачная погода (14 %), затем доминируют пасмурная и дождливая (10 %). С октября преобладает погода с переходом температуры воздуха через 0 °С (22-35 %), в конце осени – морозная. Однотипный характер погоды удерживается в течение одного дня (70-80 %), число ее контрастных смен варьирует в пределах 41-50 % [Галахова, 1979].

Сезонные ритмы ландшафтов не являются замкнутыми. Многолетние и многовековые процессы потепления и похолодания климата значительно осложняют ритмические колебания водообеспеченности геотехнических си-

CTEM.

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

3.1. Реки

Общая характеристика речной сети. На территории Мордовии имеется около 1 520 водотоков общей протяженностью 9 250 км. Основная доля речной сети приходится на самые малые реки.

Следует отметить, что в понятие малой реки вкладывается различное содержание и в связи с этим нет единого ее определения. Некоторые авторы под малыми понимают реки, водосборы которых располагаются в одной географической зоне и в режиме которых под влиянием местных факторов наблюдаются отличия от основных закономерностей формирования стока. Другие в качестве критериев деления рек на классы используют норму годового стока, особенности их режима, в частности перемерзание и пересыхание и т. д.

В данном случае в качестве критерия деления рек на классы принята их длина. Обоснованием является то, что данное деление положено в основу всех справочников по ресурсам поверхностных вод. На долю самых малых рек приходится 96 % общего числа водотоков и 65 % суммарной длины рек, малые реки составляют 4 % от их общего числа и 22 % от протяженности всех рек. Доля средних рек (Исса, Сивинь, Инсар, Парца, Вад, Выша, Алатырь) в общем количестве ничтожна (0,5 %). Две реки – Мокша и Сура – имеют протяженность более 500 км (табл. 1).

Таблица 1

Количество рек в Мордовии и их длина

Классификация рек	Длина, км	Число рек	% от общего количества водотоков	Суммарная длина	
				км	% от общей длины рек
Самые малые	менее 10	1 320	87	4 093	44
	10-25	135	9	1 976	21
Малые	26-50	46	3	1 342	15
	51-100	14	1	621	7
Средние	101-200	5		506	5
	201-300	2		244	3
Большие	301-500	1		28	
	501-1 000	2		440	5
Всего		1 525	100	9 250	100

Основными реками республики являются: Сура, Алатырь, Инсар, Пьяна, Мокша, Сивинь, Исса, Вад, Парца, Выша. Данные о длине рек и площадях их водосборов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Длина и площади водосборов основных рек

Река	Длина		Площадь водосбора	
	всего	в пределах рес-публики	всего	в пределах рес-публики*
Сура	841	120	67 500	12 260
Алатырь	296	130	11 200	7 880
Инсар	168	168	3 860	3 860
Пьяна	436	28	8 060	360
Мокша	656	320	51 000	13 920
Сивинь	124	124	1 830	1 830
Исса	149	98	2 350	1 790
Вад	222	114	6 500	4 330
Парца	117	92	2 700	2 200
Выша	179	24	4 570	280

* Данные взяты из книги А.А.Ямашкина "Физико-географические условия и ландшафты Мордовии".

По опубликованным данным [Ямашкин, 1998], рассматриваемый регион распределяется между бассейнами основных рек в следующих пропорциях: 47 % его площади относится к бассейну Суры, 53 % – к бассейну Мокши. Из 12 266 км² площади бассейна Суры 7 880 км² занимает бассейн Алатыря, около половины площади которого приходится на р. Инсар. Третью часть бассейна Мокши занимает бассейн Вада.

Малые реки и ручьи распределяются по бассейнам больших рек следующим образом: 24 малые реки и 286 очень малых рек и ручьев впадают в Суру, 30 малых рек и 385 очень малых рек и ручьев – в Мокшу.

По приведенным и определенным дополнительно данным для рассматриваемого региона выявлены эмпирические зависимости между длиной рек и площадью водосборов, которые аппроксимируются уравнениями:

а) для рек длиной менее 20 км

$$L = 5,93 F^{0,2},$$

б) для рек длиной более 20 км

$$L = 1,57 F^{0,57},$$

где L – длина водотока, км; F – площадь водосбора, км².

Средняя густота речной сети, которая является показателем развития поверхностного стока рассматриваемого региона, равна 0,4 км/км². Наибольшую величину эта характеристика имеет в бассейнах Инсара и Алатыря – соответственно 0,62 и 0,57 км/км², что объясняется местоположением этих бассейнов в пределах Приволжской возвышенности, имеющей сложный пересеченный рельеф.

еф. Наименьшая густота речной сети наблюдается в бассейне Мокши – 0,35 км/км², так как он расположен на равнинных пространствах Окско-Донской низменности.

Речную сеть республики в соответствии с ее строением и распределением по территории принято делить на две группы:

- 1) реки бассейна Мокши (западная часть Мордовии);
- 2) реки бассейна Суры (восточная часть Мордовии).

При незначительном различии в гидрологическом режиме обе реки являются типично равнинными с широкими пойменными долинами и спокойным течением.

Реки бассейна Мокши, приуроченные к Окско-Донской низменности, протекая в условиях равнинного рельефа, образуют широкие долины с хорошо развитыми поймами и надпойменными террасами. Они имеют преимущественно спокойное течение и в летний период несколько полноводнее, чем реки такого же порядка бассейна Суры. Долины рек асимметричные, по очертанию в плане извилистые, по типу поперечного профиля в основном трапециевидальные (средние и большие реки) и неявно выраженные (малые реки). Склоны долин террасированы, первая надпойменная терраса выражена ясно, вторая и третья – фрагментарно. Глубина вреза рек в бассейне Мокши 20-30 м. Ширина долин малых рек в пределах рассматриваемой группы не превышает 1 км, на средних увеличивается от истока к устью от 0,5-0,8 до 3-5 км, на больших составляет 6-10 км, отдельные расширения достигают 12 км (р.Мокша у г. Краснослободска). Поймы малых рек ровные, луговые, у средних и больших рек пересечены ложбинами, староречьями, переувлажнены, остатки бывших излучин представлены озерами. Русла рек извилистые, с песчаным или глинисто-песчаным дном.

Для малых рек характерна ширина русла 5-10 м с расширениями до 30-35 м, для средних – 25-50 м с расширениями до 70 м. Большие реки имеют ширину 100-150 м, в устьевых участках – до 200-300 м. Реки мелководны, преобладающие глубины для малых рек – 0,4-1,2 м, средних – 1,5-2,0, больших – 2,5-3,5 м. На перекатах глубины повсеместно менее 0,5-1,0 м. Скорость течения изменяется от 0,2-0,4 м/с на плесах до 0,8-1,2 м/с на перекатах.

Продольные профили рек, как правило, прямолинейные. Преобладающие уклоны малых рек 0,7-1,1 ‰, средних – 0,4-0,6 ‰, больших – 0,1-0,2 ‰.

Бассейн Суры расположен на Приволжской возвышенности, для которой характерен сложный пересеченный рельеф. Реки этой группы – Сура, Алатырь, Инсар имеют хорошо разработанные долины и широкие поймы. Благодаря глубокому врезу долин, вскрывающему верхние водоносные горизонты, эти реки в летний период более многоводны, чем остальные. Малые реки бассейна Суры, притоки Алатыря в летний период из-за менее значительного вреза долин сильно мелеют и представляют собой небольшие водотоки. Весной они весьма бурно разливаются и превращаются в мощные потоки, обладающие большой транспортирующей способностью по переносу продуктов эрозии.

Долины рек асимметричные, извилистые, по типу поперечного профиля трапециевидальные и неявно выраженные. На склонах долин выделяются надпойменные террасы. Ширина долины Суры в пределах республики достигает в среднем 8-17 км, у малых рек колеблется от 0,4 до 0,8 км, средних – от 1,5 до 3 км. Ширина пойм малых рек редко превышает 350 м, средних – 1,5-4 км, а больших – 5-15 км. Поверхность поймы ровная, с хорошо выраженной центральной частью, луговая, на средних и больших реках изрезана староречьями, часть из которых представлена пойменными озерами (Инерка, Гусиное и др.).

Преобладающая ширина русел малых рек 10-15 м, средних – 26-60 с расширениями до 100 м, больших – 100-150 м. Реки мелководны и представляют собой чередование ярко выраженных плесов и перекатов. Глубина малых рек на плесах 0,6-1,2 м, на перекатах – 0,3-0,5 м, средних – соответственно 1,5-2,5 и 0,5-0,8 м, больших – 3-4 и 0,8-1,5 м. Скорость течения невелика: 0,2-0,4 м/с на плесах и 0,6-1,0 м/с на перекатах.

Дно рек преимущественно песчаное и песчано-галечное. Берега обычно высотой от 1 до 3 м, в отдельных случаях до 5-6 м, обрывистые, обрушаемые. Продольные профили вогнутые или прямолинейные, средневзвешенные уклоны малых рек 1,0-1,7 ‰, средних – 0,6-0,9 ‰, больших – 0,26-0,27 ‰.

Русловые деформации. Долины рек республики имеют разный возраст [Ямашкин, 1998], но их объединяет то, что все они древние, широкие, разработанные, с хорошо развитой поймой. Эти геолого-геоморфологические особенности в совокупности с водным режимом и стоком руслообразующих наносов определяют тип русловых деформаций на реках Мордовии.

Морфодинамические типы русел больших и средних рек Мордовии (по классификации Р.С.Чалова и др. [1998]) относятся к широкопойменным извилистым (меандрирующим).

Мокша протекает в относительно однородных геолого-геоморфологических условиях Окско-Донской равнины, сложенной песчаными и суглинистыми отложениями. На реке преобладает свободное меандрирование, за исключением небольшого участка при впадении в нее правого притока – Сивини, где наблюдается незавершенное меандрирование. Радиусы кривизны излучин увеличиваются со 150-180 м в среднем течении до 200-300 м – в нижнем, шаг – с 250-300 до 500 м. В верхнем течении размыв пойменных вогнутых берегов происходит со скоростью до 2 м в год, в среднем и нижнем – до 3-4 м в год [Чалов, 1994]. Примером является ежегодный размыв вогнутого берега излучины в створе г.Темникова.

Река Сура протекает в пластово-ярусной Приволжской возвышенности, сложенной терригенными, карбонатными и кремнисто-карбонатными горными породами. У южных границ республики до впадения в нее Большой Кши река имеет прямолинейное русло, проходящее возле высокого правого берега, сложенного глинами, опоками и трепелами. В русле много перекатов, отмелей, побочней. Между устьями Большой Кши и Барыша на Суре развиты крупные сегментные и петлеобразные излучины. Скорость размыва вогнутых берегов излучин – 5-7 м в год [Чалов, 1994].

Размыв вогнутого берега Суры с такой скоростью в районе Инерки грозит исчезновением этого уникального озера. Специальных исследований русловых процессов на малых реках республики не проводилось. По немногочисленным обследованиям, проведенным с целью выявления русловых деформаций, можно отметить, что преобладает свободное меандрирование, но встречается и пойменная многорукавность (рис. 4) [Ресурсы..., 1973]. Для оценки устойчивости использован наиболее приемлемый в практике исследований показатель – число Лохтина: $L = d_{cp}/I$, где d_{cp} – средний диаметр наносов, мм; I – уклон водной поверхности, ‰. Число Лохтина лежит в пределах 5-10.

По степени устойчивости речные русла республики можно отнести к относительно устойчивым,

Водный режим рек республики изучен недостаточно ввиду того, что и раньше, и в настоящее время мало внимания уделяется строительству водомерных постов для получения первичной информации.

Первые наблюдения за водным режимом были произведены на Мокше в створе г. Краснослободска в октябре 1914 г. Пост действовал до декабря 1916 г. Систематические наблюдения начаты в 1935 г. на реках Мокша, Исса, Сивинь, Алатырь, Вад, Инсар. В разное время действовали гидрометрические посты на реках Синяш, Большая Кша, Уркат, Сатис, Нуя, Шуструй, Виндрей, Калыша, Рудня и др., но все эти наблюдения были краткосрочными. В последние 5-10 лет сеть водомерных постов сократилась. Данные о современном состоянии гидрометрической сети приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Количество действующих водомерных постов
на реках республики**

Река	Створ	Год открытия	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²
Мокша	г. Темников	1933	224	15 800
Исса	с. Паево	1933	29	1 790
Сивинь	с. Сивинь	1933	52	1 060
Вад	с. Авдалово	1933	84	1 930
Алатырь	рп. Тургенево	1933	23	11 000
Инсар	г. Саранск	1951	96	1 610
Инсар	с. Языковка	1935	18	3 640
Явас	рп. Явас	1979	15	950
Штырма	с. Черная Промза	1976	22	398

Режим уровня рек республики характеризуется наличием высокого весеннего половодья, низкой летне-осенней межени, нарушаемой в дождливые годы двумя-тремя паводками, и устойчивой зимней межени.

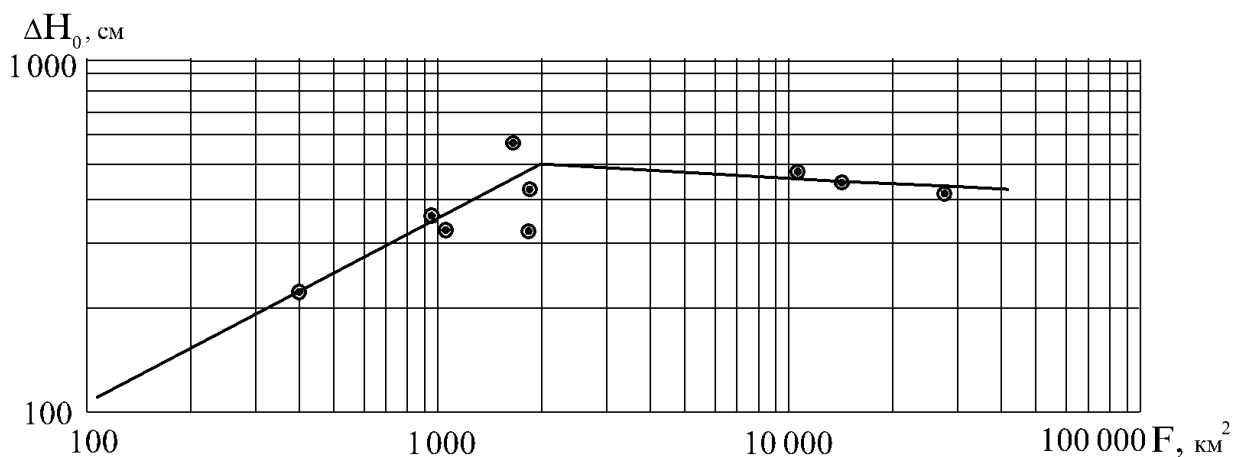
Весенний подъем уровня воды начинается еще в период ледостава в третьей декаде марта - начале апреля. Спад сравнительно медленный. Заканчивается половодье в середине мая - начале июня. Его продолжительность составляет в среднем 1,5-2,0 месяца, в отдельные годы больше, а на малых реках – менее месяца. Максимум весеннего половодья наступает обычно в первой половине апреля, на реках с более крупными водосборами несколько позднее – во второй половине месяца. Для больших и средних рек характерно одновершинное половодье, но в отдельные годы при ранней весне и возврате холодов в период снеготаяния наблюдается несколько пиков подъема уровней (например, весной 1962 г. на реках Инсар, Мокша, Сивинь). На малых реках это обычное явление. Наивысшие уровни на реках республики наблюдались в 1942, 1945, 1947, 1950, 1963, 1969, 1970 гг. Особенно высокое половодье отмечалось в 1963 г. (табл. 4).

Высота половодья колеблется в больших пределах и зависит от площади бассейна. Наглядное представление об этом дает полученная эмпирическая зависимость нормы превышения весеннего половодья над зимней меженью (ΔH_0) от площади водосбора (F) (рис. 5).

При площади водосбора до 2 000 км² и ширине пойм 1,0-3,5 км основная часть объема стока половодья проходит в руслах рек, что приводит к высоким значениям нормы превышения. При увеличении площади водосбора от 2 000 до 30 000 км² и ширины поймы до 9 км основная часть весеннего стока проходит вне русла, т. е. по пойме. В этих условиях часть стока заполняет ее многочисленные естественные емкости, приводя к распластыванию волны половодья и уменьшению величины ΔH_0 .

Высшие уровни воды на реках республики, см

Река (пункт)	Весенний ледоход		Летне-осенний период		Ледостав	
	уровень	дата	уровень	дата	Уровень	дата
Мокша (Гемников)	788	21.04.63	322	11.05.47	431	02.04.55
Исса (Паево)	606	06.04.45	444	23.07.41	585	14.04.57
Сивинь (Сивинь)	468	01.04.47	211	30.04.38	336	26.03.55
Вад (Авдалово)	510	21.04.42	324	25.05.41	462	30.03.39
Виндрей (Леплеевское)	465	07.04.70	294	19.07.63	437	27.03.55
Сура (Кадышево)	1 206	13.04.70	704	06.04.43	1 080	13.04.45
Алатырь (Тургенево)	1 080	16.04.69	702	11.08.57	948	02.04.47
Инсар (Языковка)	589	08.04.50	273	27.07.62	531	15.04.57
Пьяна (Гагино)	957	02.04.47	468	20.07.41	710	27.03.55



Р и с . 5 . Зависимость нормы превышения от площади водосбора

Абсолютные величины высоты половодья на реках республики колеблются в больших пределах: от 2-3 м на малых до 4-7, реже 10 м на средних и крупных.

Летне-осенняя межень устанавливается обычно к середине мая - первой половине июня и при отсутствии дождей колеблется в небольших пределах - порядка 20-40 см. Низшие уровни чаще всего наблюдаются в августе. Особенно низкой была межень 1972 года, когда с середины июля до августа установилась жаркая сухая погода.

Высота подъема уровня во время дождевых паводков составляет 1,5-3,0 м. Они, как правило, ниже весенних, их продолжительность зависит от характера выпадения дождей и колеблется в среднем от 3 до 24 суток. Зимний уровень воды на 10-20 см (иногда до 40) выше летнего. Средняя многолетняя амплитуда колебания уровней воды на большинстве рек составляет 3,8-7,9 м.

Ледовые явления начинаются с образования заберегов и наступают в среднем в первой половине ноября. Осенний ледоход наблюдается редко и только на крупных реках. Замерзание рек происходит в конце ноября или в первой декаде декабря. В зоне действия плотин (р. Мокша - Токмовский гидроузел, р. Исса - с. Большие Полянки, р. Алатырь - рп. Тургенево) ледостав неустойчивый,

наблюдаются польняи. Устойчивый ледяной покров держится 4-5 месяцев. Толщина льда достигает 85 см, а в суровые зимы – 115 см.

Вскрытие рек происходит в первой - второй декадах апреля, ледоход проходит в течение 3-7 суток. На реках с площадями водосборов до 300 км² лед тает на месте.

Режим стока рек. Речной сток формируется под воздействием большого количества физико-географических факторов. Он является неотъемлемой частью ландшафта. Закономерности формирования речного стока могут быть выявлены при наличии надежных данных наблюдений.

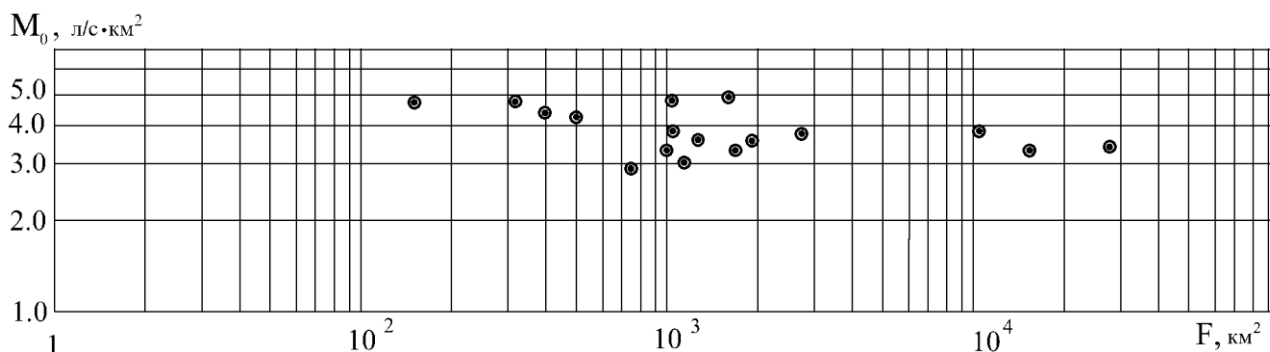
Настоящее исследование режима стока рек республики проведено с использованием данных по гидрологическим постам с водосборами от 166 до 28 600 км² (некоторые из них, например пост в Сарминском Майдане на реке Сарме, в с. Мадаево на Алатыре и в с. Кадышево на Суре, находятся за пределами республики). Общее число постов – 18, продолжительность наблюдений – от 26 до 62 лет.

Основными недостатками полученных материалов явились кратковременность наблюдений на таких реках, как Калыша, Сатис, Уркат и др., а также отсутствие данных по рекам с площадью водосбора менее 100 км².

Средний годовой сток является функцией элементов ландшафта, более того, многочисленные исследования показали, что это интегральная характеристика, нивелирующая отдельные ландшафтные условия, а поэтому отличается большей равномерностью распределения по территории, чем другие компоненты ландшафта.

Характеристика годового стока рек дана по средним величинам расходов и модулей стока в 18 створах (табл. 5). Короткие ряды наблюдений были приведены к многолетнему периоду путем построения графиков связи годовых расходов за одинаковый период опорного и приводимого пунктов. Коэффициенты корреляции этих связей имели значения 0,71-0,92.

Анализ нормы годового стока (модуля стока) показал относительно постепенное его увеличение на территории Мордовии с юга на север. Построение графика зависимости среднего модуля стока от площади водосбора свидетельствует, что площадь водосбора средних и больших рек практически не влияет на изменение модуля стока (рис. 6). Полное и непрерывное изменение по рассматриваемому региону элементов ландшафта, подчиняющихся географической зональности, а также независимость модуля среднего стока от площади водосбора позволили отобразить его пространственные изменения в виде изолиний.



Р и с . 6 . Зависимость модуля годового стока от площади водосбора

Годовой сток различной обеспеченности

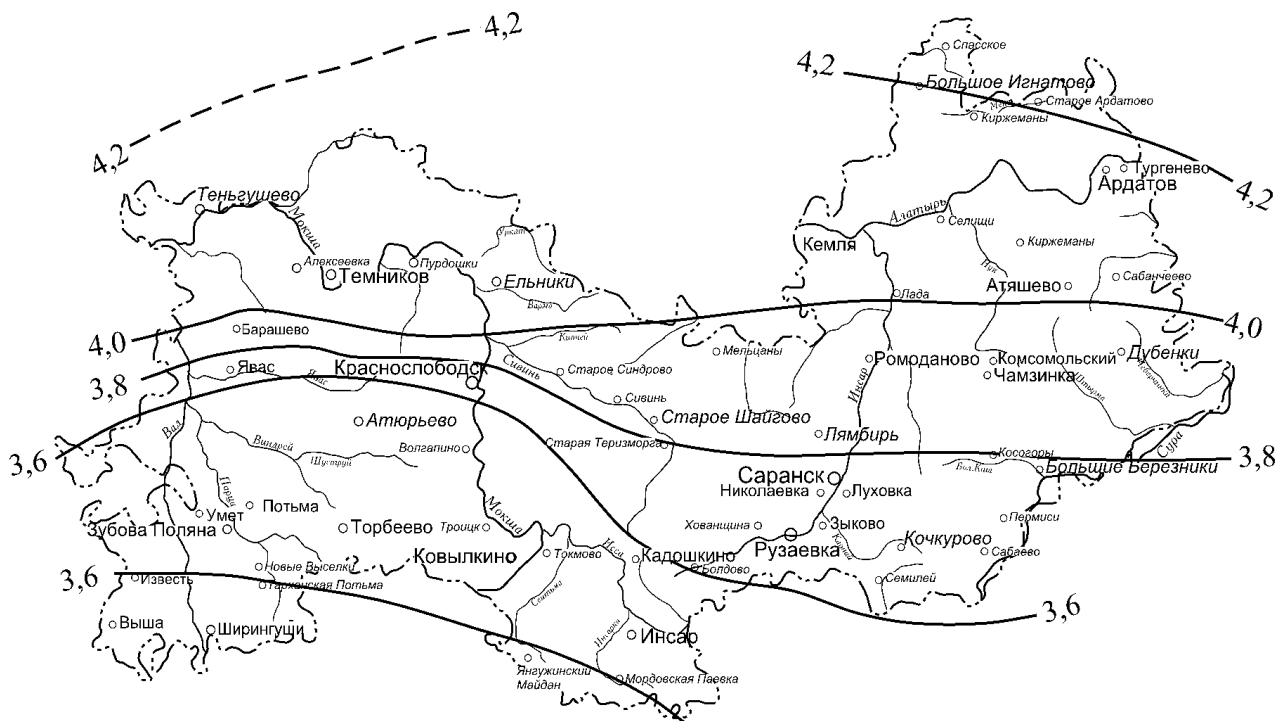
Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений, годы	Норма годового стока*	C _v	C _s	Средний расход воды, м ³ /с, обеспеченностью Р %						
						1	3	5	10	2	50	75
Мокша (Темников)	15800	1934-1995	53,7/3,4	0,32	0,19	101	90,1	84,6	76,6	64,2	52,0	41,3
Мокша (Шевелевский Майдан)	28600	1934-1995	97,0/3,39	0,32	0,38	178	160	151	138	117	95,0	75,1
Исса (Паево)	1790	1949-1995	6,44/3,6	0,33	0,20	11,7	10,6	10,1	9,2	7,82	6,38	4,97
Сивинь (Сивинь)	1060	1949-1995	4,13/3,9	0,33	0,10	7,4	6,75	6,41	5,89	5,03	4,1	3,2
Уркат (Урей-1-й)	402	1969-1995	1,79/4,46	0,30	0,84	3,36	2,97	2,78	2,51	2,1	1,71	1,4
Сатис (Росстанье)	1230	1967-1995	3,81/3,1	0,27	0,76	6,75	6,03	5,69	5,19	4,41	3,69	3,06
Сарма (Сарминский Майдан)	741	1968-1995	2,19/2,96	0,32	1,40	4,48	3,85	3,56	3,13	2,53	2,04	1,68
Вад (Вадинск)	527	1955-1995	2,29/4,35	0,22	0,44	3,62	3,33	3,18	2,96	2,6	2,25	1,93
Вад (Авдалово)	1930	1936-1995	7,24/3,75	0,31	0,37	13,1	11,8	11,1	10,2	8,67	7,09	5,66
Виндрей (Виндреевское)	1010	1949-1995	3,43/3,4	0,30	0,36	6,08	5,81	5,21	4,79	4,09	3,37	2,71
Алатырь (Мадаево)	1410	1959-1995	5,12/3,63	0,29	0,58	9,16	8,25	7,78	7,09	6,03	4,98	4,05
Алатырь (Тургенево)	11000	1934-1995	42,8/3,89	0,34	0,10	77,7	70,7	67,1	61,6	52,4	42,5	32,9
Рудня (Дивеев Усад)	1140	1963-1995	4,67/4,1	0,24	0,79	7,91	7,11	6,73	6,17	5,32	4,52	3,85
Инсар (Саранск)	1610	1955-1995	7,89/4,9	0,22	0,44	12,5	11,5	10,9	10,2	8,97	7,75	6,66
Кальша (Васильевка)	166	1969-1995	0,81/4,9	0,27	0,54	1,4	1,27	1,2	1,1	0,95	0,79	0,65
Меня (Олевка)	329	1969-1995	1,56/4,75	0,28	0,56	2,75	2,48	2,34	2,14	1,83	1,52	1,25
Пьяна (Гагино)	2880	1948-1995	11,1/3,86	0,38	0,19	21,5	19,4	18,3	16,6	13,8	11,0	8,19
Сура (Кадышево)	27900	1933-1995	98,2/3,52	0,30	0,60	179	161	151	137	116	95,2	77,0

* В числителе – расход, м³/с; в знаменателе – модуль стока, л/с·км².

В отличие от ранее составленной нами карты среднегодового стока [Схема мелиорации..., 1972] представленная в данной работе карта более детальна в связи с увеличением продолжительности рядов наблюдений (рис. 7). Предлагаемая карта может быть использована при расчетах стока по средним и большим рекам.

Отсутствие наблюдений за стоком малых рек на территории республики не позволяет провести анализ величин среднегодового стока этих водотоков для определения его истинного значения и установления расчетной шкалы поправок. При определении модуля среднегодового стока рек с площадью водосбора менее 100 км² можно использовать рекомендации [Исследования и расчеты..., 1980], в которых предлагается норму стока, полученную по карте, уменьшать на 10-20 %, при сильной залесенности водосбора – на 50-60 %.

В районах с аazonальными условиями подземного питания (бассейн р. Вад), а также в зонах распространения карста (р. Алатырь - Мадаево) к величинам, полученным по карте среднегодового стока, необходимо вводить поправки: в бассейне р. Вад модуль стока увеличить в 1,04 раза, в карстовых ландшафтах – уменьшить в 1,13 раза.



Р и с . 7 . Средний годовой сток рек, л/с·км²

Анализ связи величины среднегодового расхода воды рек региона с площадью водосбора позволил установить зависимости, которые аппроксимируются уравнениями:

а) для бассейна р. Мокша

$$Q_{\text{ср.год}} = 0,00315 F^{1,014} ;$$

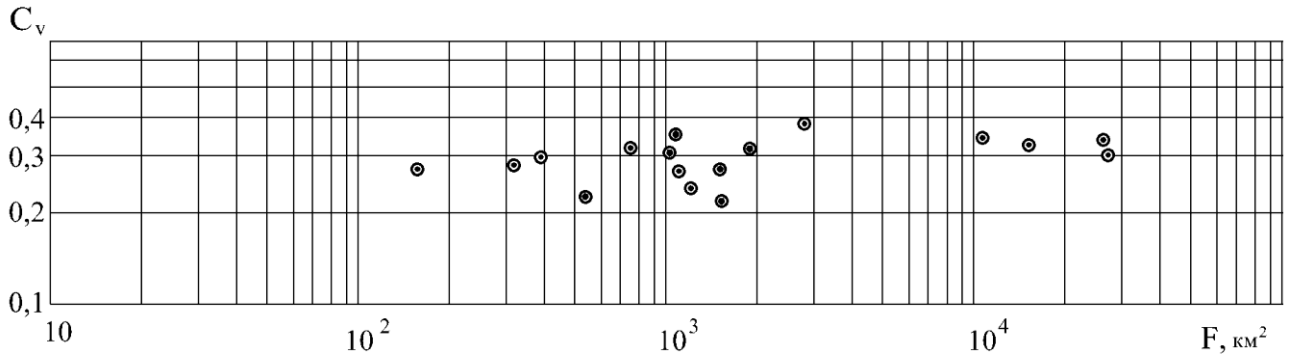
б) для бассейна р. Сура

$$Q_{\text{ср.год}} = 0,0059 F^{0,952} .$$

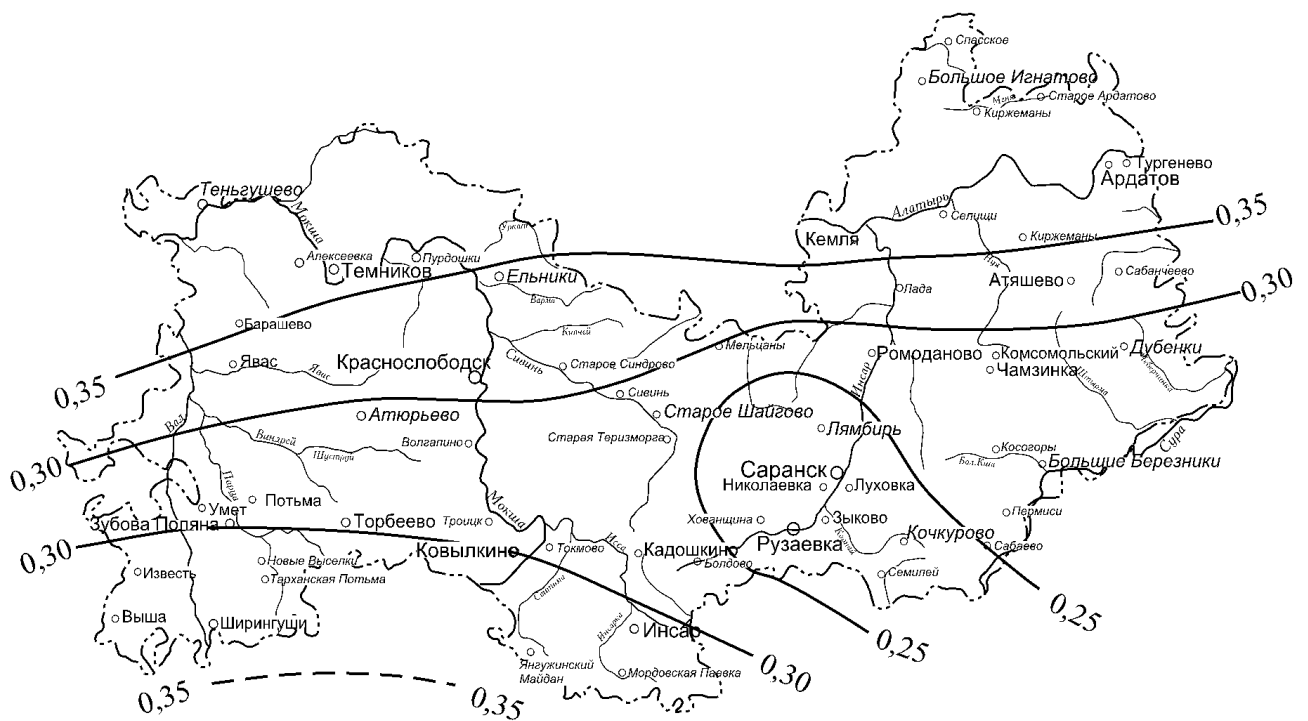
Полученные уравнения можно использовать в практической деятельности на стадиях технико-экономических обоснований проектов при площадях водосборов от 1 000 до 30 000 км².

Изменчивость годового стока. В многолетней последовательности годовых величин стока наблюдается чередование многоводных и маловодных циклов, обусловленных различными сочетаниями атмосферной циркуляции и, как следствие, различным соотношением осадков и испарения. Кроме естественных факторов, влияющих на сток, немаловажную роль на его изменение оказывает хозяйственная деятельность (строительство водохранилищ, забор воды на нужды промышленности, сельского хозяйства). Наиболее многоводными большинство рек республики были в 1942, 1947, 1963, 1970 гг., маловодными – в 1936, 1954, 1972, 1989, 1992 гг., особенно маловодным был 1972 г., когда модуль стока на многих реках не превышал 1,5-2 л/с·км². Изменчивость годового стока от его нормы характеризуется относительным среднеквадратическим отклонением, или коэффициентом вариации (C_v). Коэффициенты изменчивости годового стока в исследуемом регионе колеблются в пределах 0,22-0,38, а для преобладаю-

щего числа пунктов – от 0,27 до 0,32. Влияние площади водосбора на величину коэффициента вариации практически не прослеживается, коэффициент корреляции исследуемой связи очень низок (рис. 8). Это определило возможность построения карты изолиний изменчивости годового стока для территории республики (рис. 9). Представленная карта может быть использована при инженерно-гидрологических расчетах для неизученных рек.



Р и с . 8 . Зависимость коэффициента вариации годового стока от площади водосбора



Р и с . 9 . Коэффициент изменчивости годового стока

Анализ коэффициентов вариации малых водотоков сопредельных территорий показал, что с уменьшением площади водосбора изменчивость годового стока возрастает. Ряд авторов [Исследования и расчеты..., 1980] рекомендует для водосборов менее 10 км² увеличивать коэффициент вариации в 1,2 раза, а для площадей более 10 км² – в 1,1 раза. Коэффициенты асимметрии (C_s), подобранные по признаку наилучшего соответствия теоретических кривых эмпирическим точкам для большинства рек, за исключением Сармы, Сивини, Пьяны,

составляют от $0,6-2C_v$ до $3C_v$. При инженерно-гидрологических расчетах C_s следует определять по вычисленному коэффициенту асимметрии аналога.

Факторы, влияющие на норму годового стока. Норма стока является функцией осадков и испарения. Остальные элементы ландшафта – гидрогеологические условия, рельеф, почвы, растительный покров, озерность, заболоченность и размеры водосбора – изменяют норму стока через изменение осадков и испарения.

Повышенная норма годового стока наблюдается в бассейне Вада, что, вероятно, связано с повышенной долей грунтового питания. Особенно ярко влияние гидрогеологических условий на рассматриваемой территории проявляется в карстовых ландшафтах – в бассейнах Мокши (район г. Темникова), Сивини, Урка и в верховье Алатыря. Специальных исследований в данном районе не проводилось, но по модулям стока можно предположить, что в бассейне р. Урка происходит активная разгрузка подземных вод (модуль стока – $4,40$ л/с·км²), а в бассейне р. Сармы – частичное их поглощение (модуль стока – $2,96$ л/с·км²).

В настоящее время большинство исследователей признают двойное влияние леса на количество атмосферных осадков. Благодаря повышенной шероховатости и восходящим токам воздуха над лесом выпадает больше вертикальных осадков, чем над открытыми пространствами (до 10-20 %), с другой стороны, растительный покров задерживает некоторую часть осадков (зимних – 5-10, летних – 20-40 %) [Евстигнеев, 1990].

Потери на испарение в лесу несколько больше, чем на открытых пространствах. Это превышение составляет 8-11 % при неглубоком залегании грунтовых вод (4-10 м) и 15-20 % – при более глубоком (свыше 10 м) [Водогребский, Крестовский, 1975]. Тем не менее, по исследованиям этих авторов, под влиянием леса увеличение нормы стока рек, имеющих полное грунтовое питание в лесостепной зоне, в том числе на рассматриваемой территории, доходит до 20 %, при глубоком залегании подземных вод наблюдается тенденция к уменьшению данного показателя до 10-15 %.

Необходимо отметить, что изменение величины стока зависит и от зазеленности бассейна. Нами проводились исследования по оценке изменения стока реки Мокши в створе с. Кичатово Ковылкинского района в связи с планируемой разработкой месторождения строительных песков. Предлагалась вырубка $0,72$ км² леса при общей его площади $1\,439$ км². Результаты расчетов показали, что ввиду незначительной вырубки норма стока не изменится, но произойдет его перераспределение: увеличится сток весеннего половодья и на тот же порядок уменьшится доля лимитирующего периода. При большей вырубке, очевидно, изменилась бы и норма годового стока, но ответ на данный вопрос требует специальных исследований.

Влияние озер на норму годового стока выражается в ее уменьшении вследствие большего испарения с водной поверхности по сравнению с испарением с суши. Снижение нормы годового стока ΔY под влиянием озер может быть установлено по выражению

$$\Delta Y = (E_b - E_c) \cdot f_{oz},$$

где E_b и E_c – норма испарения с водной поверхности и суши, мм; $f_{oz} = F_{oz}/F$ – озерность бассейна, %; F_{oz} – площадь зеркала озер, км²; F – площадь водосбора реки, км².

В условиях недостаточного увлажнения озера могут существенно уменьшить норму годового стока. Специальных исследований, посвященных данному вопросу, на территории республики не проводилось, но в расчетах можно воспользоваться данными А. А. Соколова [1964] (табл. 6).

**Возможное уменьшение нормы годового стока
за счет дополнительного испарения с озер,
в % от стока безозерных водосборов на территории Мордовии**

Озерность водосбора, %	1	5	10	20	30	40	50
Уменьшение нормы годового стока, %	3	14	30	60	85	-	-

Влияние болот на норму годового стока в основном определяется различием норм испарения заболоченной и незаболоченной территорий, расположенных в одинаковых физико-географических условиях. Исследования К. Е. Иванова [1957] и других показывают, что в зоне достаточного и избыточного увлажнения изменение степени заболоченности отдельных водосборов по отношению к средней заболоченности территории мало меняет норму стока. В условиях недостаточного увлажнения болота могут существенно менять этот показатель (при значительной доле их площади в бассейне).

Внутригодовое распределение стока. Реки республики по виду питания и водному режиму относятся к восточно-европейскому типу, характеризуются высоким длительным половодьем, пониженным стоком в летнюю и зимнюю межени и повышенным стоком в осенний период. Продолжительность половодья колеблется от 20 до 76 суток в зависимости от размеров бассейнов. Максимальный расход половодья в 10-25 раз выше среднего годового. Летние дождевые паводки обычно невелики и нечасты, осенние бывают почти ежегодно. Питание рек смешанное. Соотношение долей питания зависит от ландшафтных условий, но в основном соответствует распределению, характерному для рек лесостепной зоны: снеговое – 60-80 %, дождевое – до 10 и подземное – 15-30 %.

Внутригодовое распределение стока (по сезонам, месяцам) обычно выражается в процентах от величины годового стока. Установить закономерности внутригодового распределения стока рек республики важно с практической точки зрения для определения этого показателя для неизученных рек. Распределение стока внутри года в соответствии с климатическими факторами и факторами подстилающей поверхности (степень озерности, заболоченности, лесистости, наличие карста) неравномерно. Это объясняется тем, что последние весьма существенно перераспределяют сток, обусловленный климатическими факторами.

Степень озерности и заболоченности ландшафтов Мордовии на распределение стока явного воздействия не оказывает ввиду незначительной доли озер и болот в бассейнах рек. Основное регулирующее влияние принадлежит таким факторам, как залесенность и величина площади водосбора, который сам по себе является регулятором стока как интегратор многих местных влияний (типа почв, уклонов, соотношения поверхностного и грунтового стока). Оба указанных фактора, как правило, снижают долю весеннего стока и увеличивают ее в летне-осенний и зимний периоды. На реках республики, в бассейнах которых близко к поверхности расположены карстующиеся породы (верховья реки Алатырь, река Мокша в районе с. Пурдошки, г. Темникова), чаще всего наблюдается выравнивание стока в году за счет снижения весеннего и увеличения летне-осеннего и зимнего. Степень зарегулированности стока различна и зависит от ряда условий: площади карстовых ландшафтов в бассейне, интенсивности разгрузки подземных вод, русловых потерь стока и т.д. Обычно доля весеннего

стока снижается на 10-15 %, летне-осеннего повышается на 5-12 %, а зимнего – на 2-5 %.

Под влиянием рассмотренных факторов в средние по водности годы около 64-80 % годового стока рек республики приходится на весну (март-май), в летне-осенний период (июнь - ноябрь) сток составляет от 12 до 26 %, на долю зимы (декабрь - февраль) приходится 4-10 %.

Большое исследование, посвященное внутригодовому распределению стока, проведено "Мосгипроводхозом" [Исследования и расчеты..., 1980]. Данные по рекам рассматриваемой территории, полученные в результате проведенных расчетов, представлены в табл. 7. Они могут применяться в качестве аналога для неизученных бассейнов при решении общенаучных задач гидрологии и географии.

Таблица 7

Внутригодовое распределение стока

Река (пункт) площадь водо- сбора, км ²	Характеристика года	Сток, в % от годового												Средне- годовой расход, м ³ /с
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Мокша (Темников), 15 800	средний	2,0	1,9	3,6	62,2	13,2	3,4	2,3	2,0	1,9	2,2	2,7	2,6	54,6
	многоводный	2,2	1,9	10,0	68,6	7,4	3,0	1,4	1,0	1,1	1,1	1,3	1,0	86,4
	с наиболее низкой меженью	1,5	1,2	1,1	57,6	7,5	4,3	5,2	3,4	2,6	3,7	5,0	6,9	59,2
Исса (Паево), 1 790	средний	1,1	1,2	10,0	72,6	5,6	1,5	1,1	1,0	0,9	1,3	2,0	1,7	6,52
	многоводный	1,2	1,6	1,6	81,4	5,2	1,4	0,9	0,6	0,8	1,4	2,6	1,3	10,0
	с наиболее низкой меженью	1,3	0,9	15,4	64,5	9,4	2,8	0,6	0,7	0,8	2,2	0,5	0,9	2,15
Сивинь (Сивинь), 1 060	средний	1,0	1,0	9,6	71,9	5,6	2,0	1,4	1,0	0,9	1,5	2,4	1,7	2,75
	многоводный	0,8	0,6	15,4	75,7	3,5	0,8	0,4	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	4,3
	с наиболее низкой меженью	2,9	1,5	31,2	51,2	4,8	0,7	0,5	0,3	0,5	1,5	2,0	2,9	6,32
Уркат (Урей 1-й) 402	Средний	1,1	1,1	4,4	75,9	6,1	3,0	3,1	1,4	1,2	1,6	4,1	2,0	1,8
	многоводный	0,8	0,7	0,8	83,7	6,5	1,7	1,1	0,9	0,9	1,0	1,2	0,7	2,56
	с наиболее низкой меженью	1,0	1,1	28,2	48,2	5,7	1,8	1,8	1,6	1,9	2,6	2,5	2,7	1,04
Сатис (Росстанье), 1 230	средний	2,4	2,4	6,2	62,5	6,0	3,4	3,0	2,7	2,6	2,7	3,2	2,9	3,68
	многоводный	1,8	1,9	5,3	61,3	12,2	4,7	2,8	2,1	2,0	2,0	2,2	1,7	5,57
	с наиболее низкой меженью	2,8	2,6	7,3	55,7	6,6	2,7	3,4	2,7	2,8	3,1	6,0	4,3	2,92
Вад (Авдалово), 1 930	средний	2,3	2,2	8,7	59,4	9,6	2,8	2,0	1,8	1,9	2,7	3,6	3,0	7,25
	многоводный	3,0	2,2	31,8	49,0	4,9	2,2	0,8	1,0	0,7	1,4	1,8	1,2	12,2
	с наиболее низкой меженью	3,8	2,7	16,7	39,3	10,4	4,4	1,8	0,7	1,3	4,6	6,1	8,2	3,34
Виндрей (Леплеевское), 1 010	средний	1,5	1,4	11,1	65,5	6,5	2,1	1,7	1,5	1,5	2,2	2,6	2,4	3,43
	многоводный	1,8	1,5	39,2	44,1	5,6	2,1	0,8	0,8	0,7	1,3	1,3	0,8	4,75
	с наиболее низкой меженью	3,8	4,1	15,7	56,6	3,7	1,1	1,1	2,3	2,0	2,6	3,4	3,6	1,78
Сура (Кадышево), 27 900	средний	3,1	3,2	5,2	46,9	11,9	5,9	4,6	4,0	3,7	3,9	4,0	3,6	97,6
	многоводный	2,3	5,1	14,0	54,5	7,5	4,6	2,7	2,3	2,0	2,0	1,6	1,4	16,1
	с наиболее низкой меженью	3,5	3,4	4,4	39,3	13,1	6,3	5,1	5,0	5,2	5,5	5,2	3,9	46,7
Алатырь (Мадаево), 1 410	средний	1,0	1,0	5,0	73,6	5,9	2,7	2,2	1,7	1,2	1,6	2,3	1,8	5,14
	многоводный	0,8	0,6	5,3	71,7	12,7	3,2	1,7	0,9	0,8	1,0	1,2	0,7	7,79
	с наиболее низкой меженью	0,8	1,1	22,3	64,7	4,9	0,8	0,6	0,7	0,9	0,8	1,0	1,4	3,52
Алатырь (Тургенево), 11 000	средний	1,7	1,8	7,3	65,6	7,5	2,8	2,2	2,1	1,8	2,1	2,7	2,4	40,0
	многоводный	1,0	0,8	5,0	79,1	6,8	1,5	1,2	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	65,8
	с наиболее низкой меженью	1,5	1,5	1,6	64,3	11,3	2,0	1,8	2,1	2,4	4,1	4,7	2,7	15,9
Рудня (Дивеев Усад), 1 140	средний	1,1	0,9	8,5	69,8	5,3	2,1	1,8	1,4	1,2	1,8	4,5	1,6	4,6
	многоводный	0,6	0,7	0,6	79,0	4,8	2,0	2,3	1,0	0,9	1,8	5,3	1,0	6,4
	с наиболее низкой меженью	2,4	1,6	32,8	45,6	5,6	1,8	1,3	0,9	0,7	2,0	2,4	2,9	2,39
Инсар (Саранск), 1 610	средний	2,0	2,4	13,3	59,7	5,8	2,6	2,3	2,0	2,0	2,5	2,9	2,5	7,86
	многоводный	2,5	2,5	3,3	64,9	6,1	3,4	2,6	2,5	2,5	3,4	3,6	2,7	11,1
	с наиболее низкой меженью	1,6	8,1	50,0	31,6	3,7	1,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,3	10,4
Кальша (Васильевка), 166	средний	2,5	2,0	3,2	58,1	10,2	4,0	2,7	1,4	1,2	3,3	7,7	3,7	0,82
	многоводный	2,7	2,4	2,7	66,8	8,7	3,8	1,7	1,0	1,2	2,6	4,4	2,0	1,28
	с наиболее низкой меженью	1,6	1,2	3,8	72,8	7,2	2,8	1,8	1,3	1,7	2,1	2,1	1,7	0,33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Меня (Олевка), 329	средний	0,7	0,6	9,3	75,8	4,5	1,5	1,0	0,7	0,7	1,6	2,5	1,1	1,57
	многоводный	0,3	0,3	1,2	85,3	6,8	2,0	0,6	0,3	0,4	1,1	1,1	0,6	2,25
	с наиболее низкой меженью	1,6	0,7	14,5	69,2	4,9	0,8	0,5	0,4	0,3	1,1	4,4	1,6	1,53
Пьяна (Гагино), 2 880	средний	0,7	0,6	5,4	78,1	5,1	1,9	1,6	1,3	0,9	1,3	1,8	1,3	11,1
	многоводный	0,4	0,4	1,2	88,4	5,6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	18,5
	с наиболее низкой меженью	0,8	0,3	25,8	64,1	3,4	1,2	0,8	0,6	0,3	0,5	1,0	1,2	5,55

Значительные исследования осуществлены Государственным гидрологическим институтом [Ресурсы..., 1973]. Их результаты можно применять для решения практических задач, связанных с использованием водных ресурсов рек республики (табл. 8).

Таблица 8

**Районное расчетное распределение стока по месяцам и сезонам,
% от годового стока**

Водность года	Месячный сток												Сезонный сток			
	Весна			Лето			Осень			Зима			Весна	Лимит- тир- пери- од	Лето - осень	Зима
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Подрайон Va																
F = 100 км ²																
Многоводный (25 %)	0,8	84,7	4,1	1,3	0,3	0,2	0,6	0,9	1,6	2,9	1,2	1,4	89,6	10,4	4,9	5,5
Средний (50 %)	16,6	73,5	1,8	1,1	0,2	0,1	0,2	1,5	1,0	2,7	0,6	0,7	91,9	8,1	4,1	4,0
Маловодный (75 %)	19,5	71,0	2,8	0,6	0,4	0,2	0,4	0,8	1,0	1,7	0,7	0,9	93,3	6,7	3,4	3,3
Очень маловодный (95 %)	19,6	71,0	2,8	0,6	0,4	0,2	0,4	0,7	0,9	1,7	0,7	1,0	93,4	6,6	3,2	3,4
F = 1 000 км ²																
Многоводный (25 %)	2,6	71,0	11,0	2,6	1,8	1,2	0,9	1,4	2,2	3,2	1,2	0,8	84,7	15,3	10,1	5,2
Средний (50 %)	2,6	71,1	11,1	2,8	1,7	1,4	1,1	2,2	1,6	2,09	1,3	1,1	84,8	15,2	10,8	4,4
Маловодный (75 %)	2,6	71,2	11,1	3,4	1,7	1,3	1,3	1,6	2,0	1,5	1,2	1,1	84,9	15,1	11,3	3,8
Очень маловодный (95 %)	2,6	70,7	11,1	3,6	1,9	1,4	1,4	1,7	2,0	1,4	1,1	1,1	84,4	25,6	12,0	3,6
F=10 000 км ²																
Многоводный (25 %)	2,9	62,0	14,7	3,6	2,5	2,0	1,6	2,0	2,3	2,8	1,9	1,7	79,6	20,4	14,0	6,4
Средний (50 %)	2,8	61,6	14,6	3,7	2,4	1,8	2,1	2,1	2,8	2,4	1,8	1,9	79,0	21,0	14,9	6,1
Маловодный (75 %)	2,8	61,0	14,4	3,9	2,6	1,9	2,2	2,3	3,0	2,3	1,7	1,9	78,2	21,8	15,9	5,9
Очень маловодный (95 %)	2,8	59,8	14,2	4,2	2,7	1,9	2,2	2,8	3,5	2,3	1,8	1,8	76,8	23,2	17,3	5,9
Подрайон Vб																
F = 100 км ²																
Многоводный (25 %)	5,6	58,3	13,1	4,4	1,5	0,8	1,2	1,9	2,6	5,0	3,3	2,3	77,0	23,0	12,4	10,6
Средний (50 %)	5,9	61,3	13,8	2,2	1,5	0,9	0,4	1,8	2,9	4,4	2,9	2,0	81,0	19,0	9,7	9,3
Маловодный (75 %)	6,2	64,5	14,4	1,5	1,1	0,6	0,3	1,3	2,0	3,8	2,5	1,8	85,1	14,9	6,8	8,1
Очень маловодный (95 %)	6,6	68,1	15,3	0,8	0,6	0,3	0,2	0,7	1,1	3,0	2,0	1,3	90,0	10,0	3,7	6,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
F = 1 000 км ²																
Многоводный (25 %)	3,5	50,4	9,9	6,1	4,7	4,3	3,9	4,9	4,0	3,1	2,5	2,7	63,8	36,2	27,9	8,3
Средний (50 %)	3,8	55,8	10,9	4,8	3,7	3,3	3,0	3,8	3,1	2,9	2,4	2,5	70,5	29,5	21,7	7,8
Маловодный (75 %)	3,8	56,4	11,0	4,7	3,6	3,3	3,0	3,8	3,1	2,7	2,2	2,4	71,2	28,8	21,5	7,3
Очень маловодный (95 %)	3,9	56,6	11,1	4,7	3,7	3,3	3,0	3,9	3,1	2,5	2,0	2,2	71,6	28,4	21,7	6,7
F = 10 000 км ²																
Многоводный (25 %)	4,1	51,6	11,3	5,5	4,1	3,6	3,3	4,0	3,4	3,6	2,8	2,7	67,0	33,0	23,9	9,1
Средний (50 %)	4,1	51,6	11,3	5,5	4,1	3,6	3,3	4,0	3,4	3,6	2,8	2,7	67,0	33,0	23,9	9,1
Маловодный (75 %)	4,1	51,3	11,2	5,5	4,2	3,7	3,3	4,0	3,4	3,7	2,9	2,7	66,6	33,4	24,1	9,3
Очень маловодный (95 %)	3,9	50,0	10,9	5,8	4,4	3,9	3,5	4,3	3,6	3,8	3,0	2,9	64,8	35,2	25,5	9,7

Примечание. Характеристику подрайонов Va и Vб см. в разделе 6.1

Максимальный сток. Весеннее половодье на территории Мордовии является фазой водного режима, на которую приходится основное количество годового стока (в средние по водности годы 64-90 %). Начало фазы половодья зависит от конкретной синоптической обстановки на тот или иной год, как следствие этого, разные сроки наступления рассматриваемого явления (табл. 9).

Таблица 9

Даты начала половодья на реках республики

Река (створ)	Раннее	Среднее	Позднее
Мокша (Темников)	12.03	02.04	16.04
Исса (Паево)	07.03	31.03	13.04
Сивинь (Сивинь)	08.03	01.04	18.04
Вад (Авдалово)	11.03	31.03	14.04
Виндрей (Леплеевское)	08.03	01.04	16.04
Алатырь (Тургенево)	07.03	30.03	15.04
Инсар (Саранск)	14.03	29.03	09.04

Средняя дата пика половодья приходится на 10 апреля; в ранние весны, которые чаще всего бывают маловодными, он наступает на 5-10 дней раньше; поздние даты, характерные для многоводных лет, на 10-15 дней запаздывают по сравнению со средними. Продолжительность половодья в основном зависит от величины бассейна, его залесенности, заболоченности, озерности, характера весны и колеблется от 20 до 76 дней.

Сток в период половодья в основном зависит от процесса снеготаяния, и его величина в первую очередь определяется запасами воды в снеге. Средняя величина запасов воды в снежном покрове для ландшафтов Мордовии равна 100 мм. В распределении запасов воды в снеге по водосборам рек большое значение имеют местные факторы – рельеф, растительность, преобладающее направление ветров. Распределение среднего многолетнего слоя весеннего половодья в основном согласуется с распределением максимальных запасов воды в снежном покрове.

Анализ условий, характеризующих весенний сток, показал, что высокие половодья формируются при наличии больших запасов воды в снеге (более 140 мм), холодной зимы и позднего дружного снеготаяния. За период наблюдений на реках республики большие половодья наблюдались в 1941, 1942, 1946, 1947, 1948, 1950, 1955, 1957, 1961, 1963, 1964, 1968, 1970, 1979, 1981, 1997 гг. Самое мощное из них зафиксировано в 1963 г.

Различия в формировании половодья зависят от величины потерь талого стока, на которых сказываются запасы воды в почве, ее промерзание, потери на испарение, поверхностное задержание на водосборах, а также от морфологии ландшафтов бассейнов. Особую роль в этом играют степень залесенности водосборов, их заболоченность, наличие карстовых областей, различие в геоморфологических условиях.

Показательным примером может служить полученная нами эмпирическая зависимость нормы слоя весеннего половодья от залесенности водосборов (рис.10). Этот показатель уменьшается с увеличением площади леса на водосборах, за исключением р. Уркат и верховьев р. Алатырь, которые находятся в карстовых ландшафтах. Явно прослеживается и зависимость модуля максимального половодья 1 % вероятности превышения от залесенности и заболоченности бассейнов (рис.11).

Модули максимального стока слоя половодья с увеличением площади водосбора уменьшаются, хотя этот показатель по некоторым рекам региона не подчиняется общей закономерности (при близких площадях бассейна они имеют отличающиеся величины максимальных модулей). Установить, под влиянием каких факторов это происходит, нам не удалось. Очевидно, основным фактором является не столько площадь водосбора, сколько различия в процессах снеготаяния, инфильтрационной способности почв, в геоморфологических характеристиках рек и их пойм. Средний слой весеннего половодья по рекам региона и граничащих с ним территорий был рассчитан по 21 пункту, ряды наблюдений приведены к многолетнему периоду (табл. 10).

Таблица 10

Слой стока весеннего половодья различной обеспеченности

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Средний слой, мм	Cv	Cs	Cs/Cv	Слой стока половодья, мм, обеспеченностью P %				
						1	2	3	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мокша (Темников)	15 800	82	0,37	0,32	0,86	160	149	143	134	122
Мокша (Ш.Майдан)	28 600	78	0,42	0,90	2,10	175	160	151	139	122
Исса (Паево)	1 790	92	0,37	0,31	0,84	178	167	160	151	137
Сивинь (Сивинь)	1 060	102	0,38	0,11	0,29	195	184	176	167	152
Уркат (Урей 1-й)	402	117	0,40	0,43	1,08	240	223	213	199	179
Сатис (Росстанье)	1 230	56	0,37	0,80	2,16	116	107	101	94	84
Вад (Авдалово)	1 930	88	0,42	0,40	0,95	184	172	163	153	137
Виндрей (Леплеевское)	1 010	80	0,37	0,00	0,00	149	140	136	129	118
Калыша (Васильевка)	166	97	0,55	0,30	0,55	233	215	204	189	167
Сура (Кадышево)	27 900	66	0,39	0,78	2,00	140	129	122	113	100
Алатырь (Тургенево)	11 000	86	0,45	0,60	1,33	192	177	168	146	137
Инсар (Саранск)	1 610	108	0,32	1,00	3,13	212	196	186	173	154
Рудня (Дивеев Усад)	1 140	102	0,40	0,10	0,25	200	188	180	170	155
Штырма (Черная Промза)	398	79	0,50	0,61	1,22	188	172	163	150	132
Синяш (Сабаево)	138	62	0,52	1,00	1,92	159	144	135	120	105
Бездна (Сальный)	1 120	88	0,45	0,50	1,11	194	179	170	158	140

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
руч. Веселый Дунай (Веселовка)	8,4	57	0,55	1,00	1,82	152	137	128	116	99
Пьяна (Гагино)	2 880	104	0,42	0,50	1,19	221	205	195	181	162
Меня (Олевка)	329	95	0,45	0,50	1,11	210	194	184	171	151
Выша (10-й Октябрь)	2 190	81	0,43	0,00	0,00	162	151	146	138	126
Алатырь (Мадаево)	1 410	92	0,34	0,68	2,00	180	166	159	149	134

Анализ показал, что между средним многолетним слоем стока весеннего половодья и площадью водосбора связь отсутствует (рис. 12). Поэтому слой весеннего половодья представлен нами в виде изолиний нормы слоя стока (рис. 13). Его норма увеличивается с юга на север, повышенные значения наблюдаются в бассейнах рек Инсар, Сивинь, Уркат, пониженные – в бассейнах рек Сатис, Сарма, что связано с их достаточно высокой залесенностью и наличием карста. Для определения нормы стока в указанных районах к величине, полученной по карте, следует вводить понижающий коэффициент $K=1,6$. Норму стока в бассейне р.Уркат необходимо увеличить на 1,24. Для площадей водосборов менее 150 км² значения нормы слоя весеннего стока за половодье, снятое с карты, необходимо снижать на 15-20 %, а для сильно залесенных водосборов (более 50 %) – на 40-50 %.

Многолетние колебания слоя весеннего стока характеризуются коэффициентом изменчивости C_v , который на реках республики варьирует в пределах от 0,32 до 0,55. Наибольшие показатели относятся, как правило, к малым и залесенным водосборам (реки Калыша, Сивинь, Штырма), в среднем коэффициент вариации равен 0,40. Поскольку четкая связь между ним и площадью водосбора отсутствует (рис. 14), коэффициент вариации слоя стока весеннего половодья целесообразно отобразить на карте (рис. 15). При ее применении в практических расчетах для малых водосборов (от 150 до 500 км²) рекомендуется вводить поправочные коэффициенты (от 1,30 до 1,42), учитывающие повышение изменчивости стока на малых водосборах. Коэффициенты асимметрии C_s на реках региона имеют значения от 0 до 1, отношения C_s/C_v – от 1 до 3. При определении этого соотношения при практических расчетах для неизученных рек рекомендуется принимать его как среднее из значений, установленных для группы рек в гидрологически однородном районе.

Характеристика максимального расхода воды весеннего половодья, происходящего обычно на конец марта - середину апреля, дана по 20 пунктам за период от 40 до 62 лет (табл. 11).

Таблица 11
Максимальный расход воды весеннего половодья различной обеспеченности

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Средний расход**	C_v	C_s	C_s/C_v	Максимальный расход, м ³ /с обеспеченностью Р%				
						1	2	3	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мокша (Темников)*	15 800	1200/0,076	0,58	1,10	1,9	3 340	2 996	2 770	2 500	2 120
Мокша (Ш.Майдан)*	28 600	1500/0,052	0,61	1,40	2,3	4 500	3 980	3 680	3 300	2 740
Исса (Паево)*	1 790	272/0,152	0,43	0,90	2,0	619	564	532	490	429
Сивинь (Сивинь)*	1 060	231/0,218	0,43	1,00	2,3	531	483	455	418	364
Уркат (Урей 1-й)	402	87,1/0,217	0,66	1,22	1,9	269	238	220	198	164

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сатис (Росстанье)	1 230	141/0,115	0,51	0,17	0,3	318	296	281	263	234
Вад (Авдалово)*	1 930	235/0,122	0,55	1,10	2,0	638	568	532	481	410
Виндрей (Леплеевское)*	1 010	169/0,167	0,54	0,90	1,7	440	397	370	338	290
Выша (10-й Октябрь)	2 190	235/0,107	0,58	0,96	1,7	642	578	540	490	418
Сура (Кадышево)*	27 900	1460/0,052	0,58	1,20	2,1	4 100	3 679	3 420	3 100	2 600
Алатырь (Мадаево)	1 410	228/0,162	0,58	1,30	2,2	652	581	537	485	405
Алатырь (Тургенево)*	11 000	1110/0,101	0,61	1,10	1,8	3 220	2 857	2 660	2 400	2 030
Инсар (Саранск)*	1 610	332/0,206	0,6	2,00	3,3	1 050	912	830	730	590
Пьяна (Гагино)*	2 880	496/0,172	0,44	0,9	2,0	1 140	1 042	982	903	789
Рудня (Дивеев Усад)	1 140	193/0,169	0,47	0,94	2,0	464	422	396	363	315
Меня (Олевка)	329	93,7/0,285	0,60	1,1	1,8	267	239	222	200	169
Штырма (Черная Промза)	398	79,1/0,199	0,70	1,4	2,0	260	229	210	187	153
Синяш (Сабаево)	138	13,2/0,096	0,80	0,8	1,0	43,7	39	36,2	32,6	27,4
Калыша (Васильевка)	166	20,2/0,122	0,58	1,1	1,9	56,4	50,4	46,9	42,3	35,9
Мокша (Кочелаево)	7 390	654/0,088	0,43	0,86	2,0	1 475	1 349	1 273	1 174	1 031

* Данные взяты из книги [Исследования и расчеты..., 1980], кроме расходов 2 % вероятности превышения.

** В числителе – средний расход, м³/с, в знаменателе – средний модуль, м³/с·км²).

Максимальный модуль стока составляет по рассматриваемой территории от 76 до 285 л/с·км². С увеличением площади он обычно уменьшается.

Так как в практике проектирования водохозяйственных объектов одной из важных гидрологических характеристик является максимальный расход воды весеннего половодья, от точности определения которого зависят дальнейшая эксплуатация и сохранность построенного сооружения, сделана попытка выявить функциональную зависимость рассматриваемого параметра от режимобразующих факторов. В результате анализа выявлены эмпирические зависимости максимального расхода воды от площади водосбора. Они представлены уравнениями параболы:

- для бассейна реки Мокши

$$Q_0 = 2,04 F^{0,646}$$

(действительно в пределах 400 - 30 000 км²);

- для бассейна реки Суры

$$Q_0 = 0,732 F^{0,812}$$

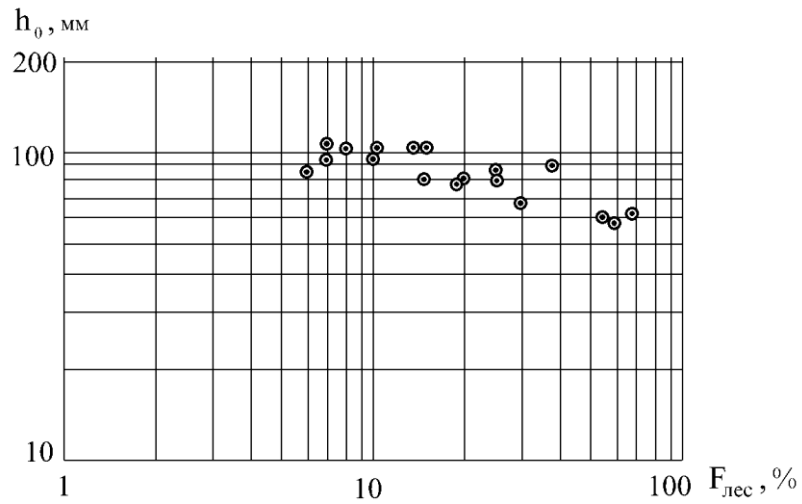
(действительно в пределах 100 - 10 000 км²), где Q_0 – средний максимальный мгновенный расход воды весеннего половодья, м³/с; F – площадь водосбора, км².

Коэффициенты вариации максимального расхода воды для рассматриваемых рек имеют значения от 0,43 до 0,80. Как правило, большие значения присущи рекам с маленьким водосбором, отличающимся большой естественной зарегулированностью стока.

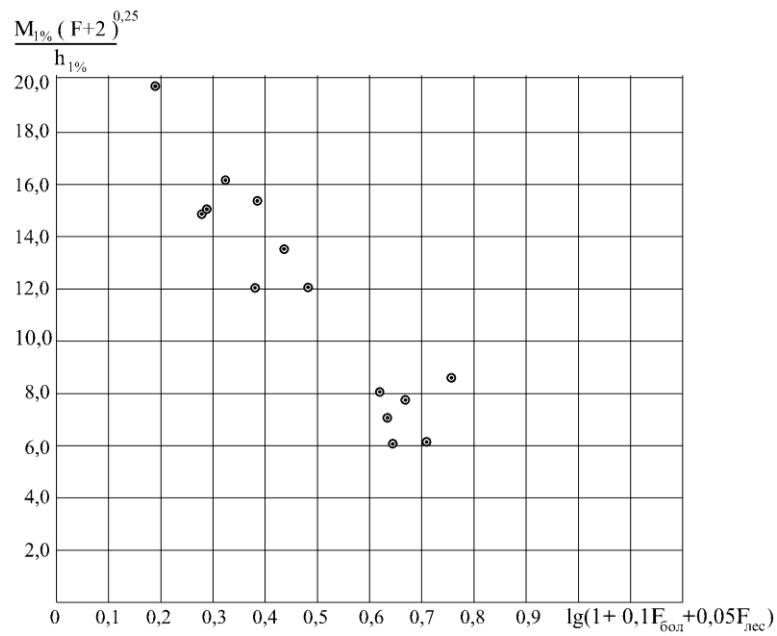
Для определения коэффициентов вариации для неизученных рек региона, мы предлагаем выявленные нами зависимости вида

$$C_v M_0 = f(F),$$

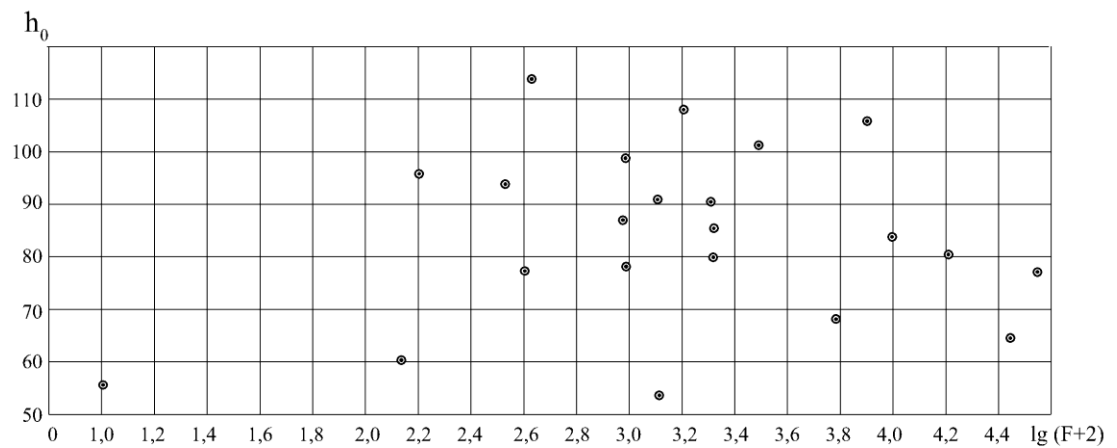
где C_v – коэффициент вариации максимального расхода воды весеннего половодья; M_0 – среднемноголетний максимальный модуль стока (мгновенный) весеннего половодья, м³/с·км²; F – площадь водосбора, км².



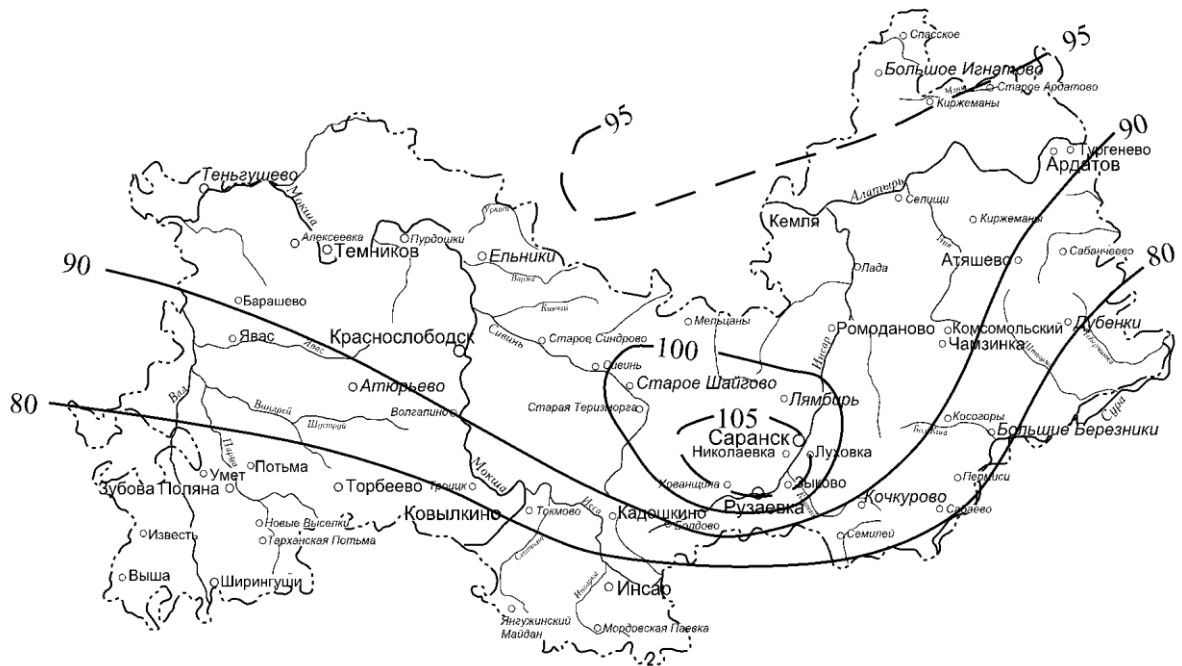
Р и с . 10 . Зависимость нормы слоя весеннего половодья от залесенности



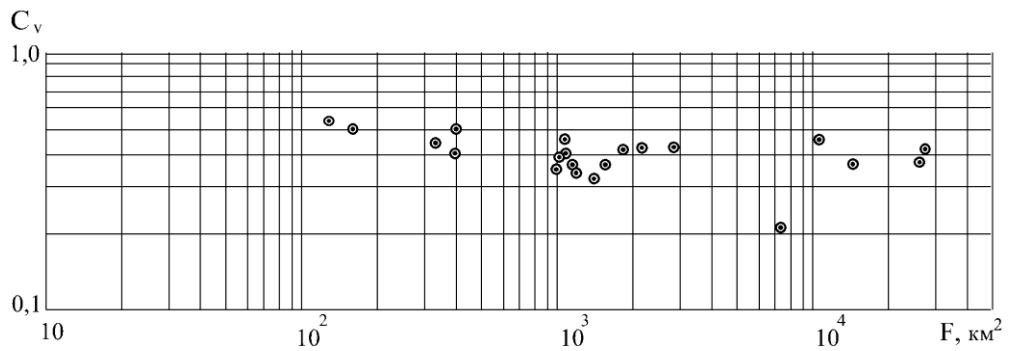
Р и с . 11 . Зависимость максимального модуля стока ($P = 1\%$) весеннего половодья от залесенности и заболоченности



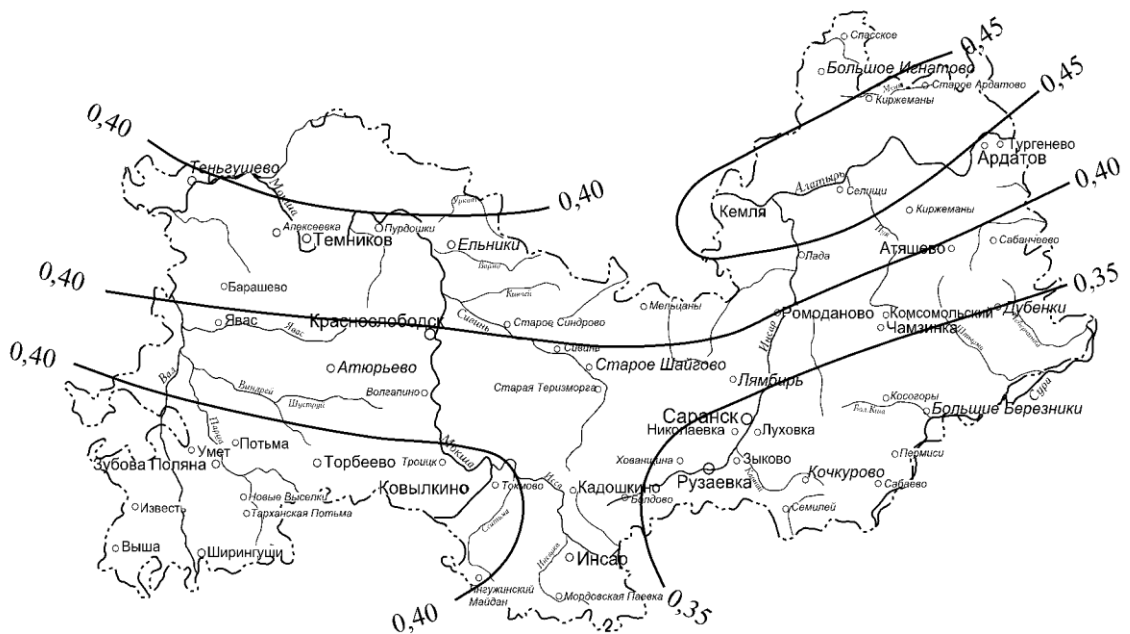
Р и с . 12 . Зависимость нормы слоя стока весеннего половодья от площади водосбора



Р и с . 13 . Норма слоя стока весеннего половодья, мм



Р и с . 14 . Зависимость коэффициента вариации слоя стока весеннего половодья от площади водосбора



Р и с . 15 . Коэффициент вариации слоя стока весеннего половодья

Зависимости аппроксимируются уравнением гиперболы:
- для бассейна реки Мокши

$$C_v M_0 = 2,02 / F^{0,45}$$

(действительно в пределах 400 - 10 000 км²);
- для бассейна реки Суры

$$C_v M_0 = 0,888 / F^{0,287}$$

(действительно в пределах 300 - 11 000 км²);

$$C_v M_0 = 0,65 / F^{0,434}$$

(действительно в пределах 100 - 300 км²).

Коэффициент асимметрии максимального расхода варьирует в пределах от $2C_v$ до $3,3C_v$.

Что касается определения расчетных параметров максимального стока малых рек региона, то это оказалось невозможным ввиду отсутствия наблюдений на этих водосборах.

Максимальный расход воды дождевых паводков. Дождевые паводки на реках и водотоках Мордовии в летне-осенний период наблюдаются не ежегодно, но иногда случаются по несколько раз в год. Формируются они под влиянием комплекса факторов, основными из которых являются: количество и интенсивность осадков, распределение их в пространстве, условия стока, потери на впитывание и испарение. Вопросам генезиса дождевых паводков посвящено много исследований, но методики расчетов еще недостаточно качественны.

Паводки от дождей на территории республики образуются, как правило, в результате многодневных осадков сравнительно небольшой интенсивности, отдельные дожди даже повышенной интенсивности больших паводков не вызывают. Максимальный расход воды дождевых паводков наблюдался на реках региона в 1938, 1941, 1951, 1957, 1958, 1960, 1968, 1970, 1973, 1974, 1977 гг. Характерен в этом отношении 1941 г., когда дожди охватили большие территории (бассейны Мокши, Исы, Вада, т.е. всю западную часть республики). Условия формирования паводков, наблюдаемых на различных водосборах, выявляют многообразие атмосферных процессов, вызывающих выпадение осадков, а также условий их стекания в русловую сеть.

Специальных исследований по формированию дождевых паводков и их величине в рассматриваемом регионе не проводилось. Исключением являются работы Государственного Гидрологического института (ГГИ) и "Мосгипроводхоза" [Ресурсы..., 1973; Исследования и расчеты..., 1980 г.]. Результаты их расчетов по максимальному расходу воды представлены в табл. 12.

Максимальный модуль дождевого стока на больших реках региона составляет 5,0-34 л/с·км², средних – 23-74, на малых – до 103 л/с·км²; средний модуль максимального дождевого стока в зависимости от площади водосбора варьирует в пределах от 2,3 до 16,7 л/с·км², причем большие показатели отмечаются на водосборах с меньшей площадью. Продолжительность паводков зависит от площади водосбора и составляет 3-15 суток. Дать характеристику дождевого стока на малых водосборах (менее 100 км²) не представляется возможным ввиду отсутствия наблюдений на них, но практика расчетов по аналогам свидетель-

ствуется, что средние расчетные модули максимального дождевого стока на таких водосборах достигают 45-190 л/с·км².

Таблица 12

Максимальный расход дождевых паводков различной обеспеченности

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Максимальный расход, м ³ /с		Параметры кривой обеспеченности				Максимальный расход, м ³ /с, обеспеченностью P, %				
		средний	наибольший	Q, м ³ /с	C _v	C _s	C _s /C _v	1	2	3	5	10
Мокша (Темников)	15 800	36,9	82,5	36,5	0,51	1,5	2	98,6	87,5	81,1	73,0	61,3
Исса (Паево)	1 790	12,9	97,2	16,1	1,55	3,2	2,1	118	94,5	82,3	65,0	43,3
Сивинь (Сивинь)	1 060	12,9	78,6	15,4	1,27	2,7	2,1	92,0	76,0	65,0	54,5	38,6
Уркат (Урей 1-й)	402	12,0	41,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сатис (Росстанье)	1 230	6,49	31,9	6,96	1,32	3,1	2,4	44,5	35,8	31,5	25,0	17,1
Сарма (Сарминский Майдан)	741	6,07	11,4	6,47	0,5	1,7	3,4	17,6	15,6	14,4	12,8	10,8
Вад (Авдалово)	1 930	9,87	64,8	13,9	1,1	2,7	2,5	73,7	61,3	54,1	44,5	32,0
Виндрей (Леплеевское)	1 010	4,53	14,3	4,75	0,91	1,9	2,1	20,1	17,2	15,5	13,4	10,4
Сура (Кадышево)	27 900	106	287	114	0,65	1,7	2,6	369	323	295	260	212
Алатырь (Мадаево)	1 410	17,0	70,3	18,9	1,64	3,6	2,2	153	117	103	80,0	51,5
Алатырь (Тургенево)	11 000	56,2	372	73,4	1,27	2,9	2,3	446	364	321	259	181
Рудня (Дивеев Усад)	1 140	10,3	28,4	10,9	0,96	2,6	2,7	51,2	43,1	38,4	31,8	23,6
Инсар (Саранск)	1 610	14,1	37,7	15,1	0,75	2,1	2,8	56,5	48,4	43,8	37,9	29,7
Кальша (Васильевка)	166	2,77	4,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Меня (Олевка)	329	5,46	19,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Коэффициенты стока дождевых осадков изменяются в широких пределах и зависят от их величины и характера, ландшафта, условий предшествующего увлажнения. В среднем значения коэффициентов стока α равны 0,02-0,08, но в выдающиеся паводки они достигают 0,14-0,33. Что касается малых водосборов, то на них необходимо проводить специальные исследования, так как выводы многих работ, посвященных дождевому стоку, часто противоречивы. Однозначно только то, что коэффициенты дождевого стока тем меньше, чем длительнее был предшествующий период без осадков, причем большое влияние на его величину оказывают характер осадков и распределение их во времени [Исследования и расчеты..., 1980].

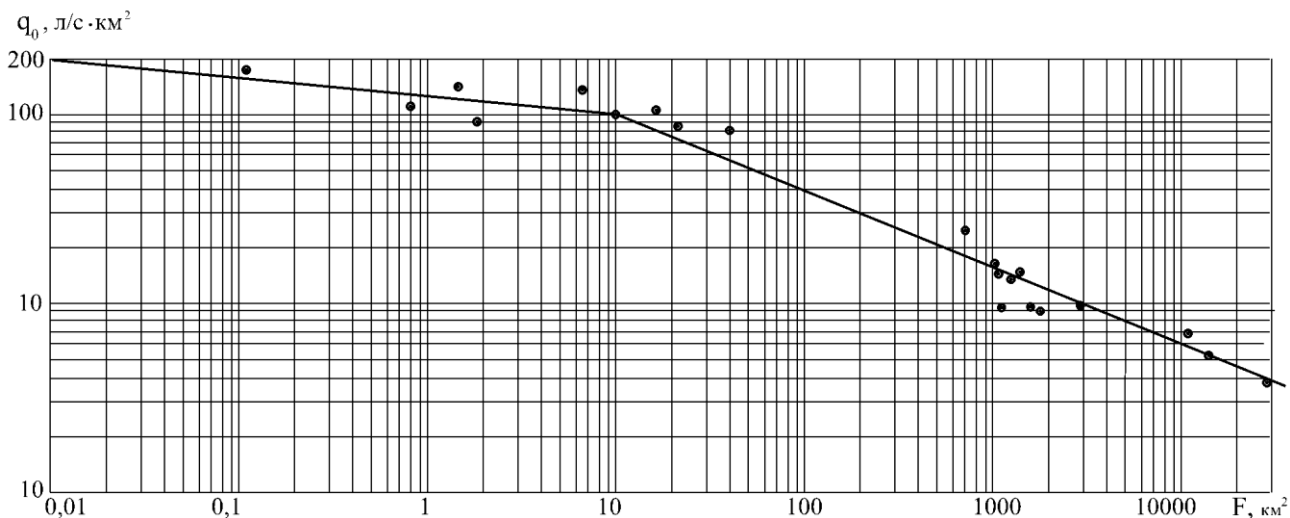
Опыт эксплуатации гидротехнических сооружений показал, что рассчитанные по современным методам конечные результаты часто отличаются от фактически наблюдаемых более чем на порядок. Это объясняется рядом условностей, принимаемых в расчетах:

а) предположением, что над рассматриваемым водосбором выпадает дождь такой же интенсивности и продолжительности, как и над ближайшей метеостанцией;

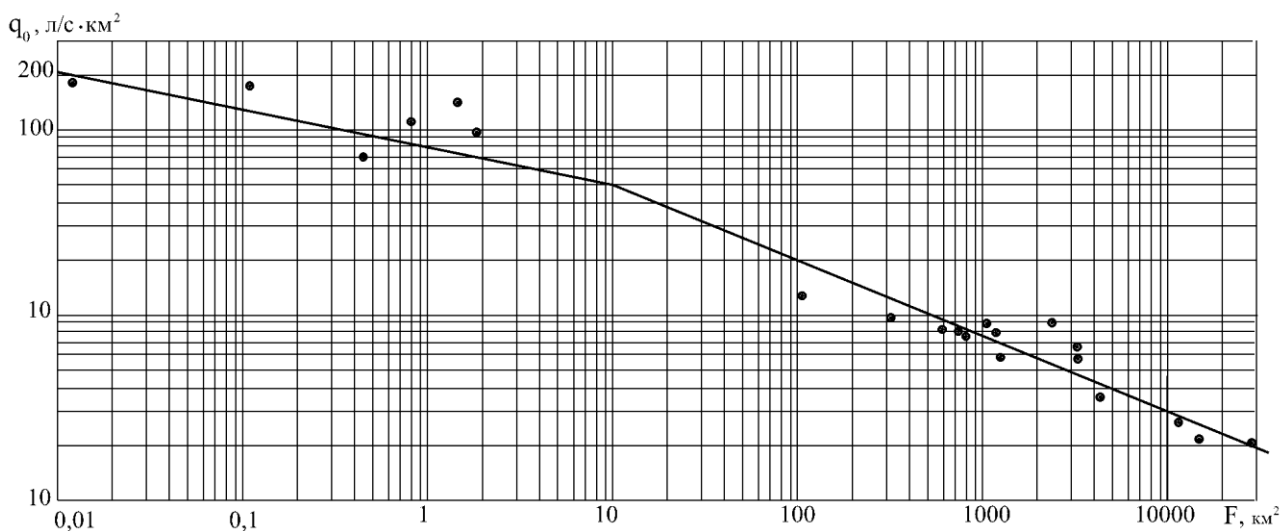
б) предположением, что выбранная метеостанция фиксирует все характерные для данного бассейна дожди, хотя их можно установить только при наличии большого числа осадкомеров на всей территории бассейна.

Неопределенности и условности в расчетах можно избежать, используя данные наблюдений и морфометрических изысканий за период эксплуатации гидротехнических сооружений на малых водосборах. Нами предпринята попытка

ка оценить максимальный дождевой сток по основному показателю, каковым является норма модуля максимального стока, так как она позволяет сравнивать водоносность бассейнов, находящихся в различных физико-географических условиях [Шутов, 1998]. Причем средние многолетние (норма) значения модуля стока освобождены от влияния вариации рядов наблюдений, т.е. являются весьма устойчивыми характеристиками. Модули стока не освобождались от влияния факторов местного порядка, каковым служит, например, залесенность водосбора, однако явной зависимости их от доли леса не выявлено. В результате определения нормы максимального дождевого стока по 53 створам рек Мордовии и соседних регионов были выявлены зависимости вида $q_0 = A/F^n$, одна из которых относится к бассейну Суры (рис. 16), другая – Мокши (рис. 17).



Р и с . 16 . Эмпирическая зависимость максимального модуля стока дождевых паводков от площади водосбора (бассейн р. Суры)



Р и с . 17 . Эмпирическая зависимость максимального модуля стока дождевых паводков от площади водосбора (бассейн р. Мокши)

Конкретно для бассейна Суры получены зависимости:

$$q_0 = 251 / F^{0,4} \text{ л/с}\cdot\text{км}^2 \text{ (при } F, \text{ равном } 10 - 30\,000 \text{ км}^2\text{);}$$

$$q_0 = 126 / F^{0,1} \text{ л/с}\cdot\text{км}^2 \text{ (при } F, \text{ равном } 0,01 - 10 \text{ км}^2\text{);}$$

для бассейна Мокши

$$q_0 = 115 / F^{0,4} \text{ л/с}\cdot\text{км}^2 \text{ (при } F, \text{ равном } 10 - 30\,000 \text{ км}^2\text{);}$$

$$q_0 = 77,7 / F^{0,21} \text{ л/с}\cdot\text{км}^2 \text{ (при } F, \text{ равном } 0,01 - 10 \text{ км}^2\text{),}$$

где q_0 – норма максимального дождевого стока, л/с·км²; F – площадь водосбора, км².

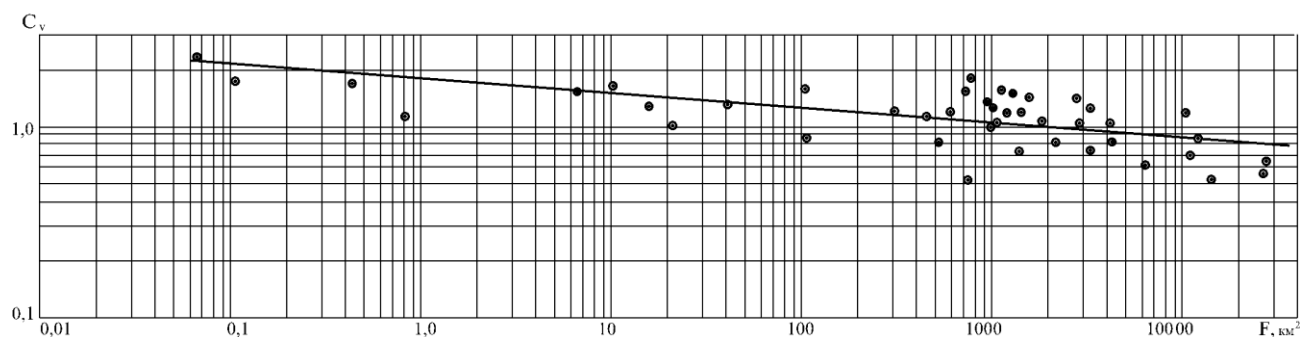
Для определения второго параметра кривой распределения – коэффициента вариации (C_v) использованы те же данные. Наложение значений C_v на логарифмическую шкалу позволило выявить зависимость вида $C_v = f(F)$, единую для всего рассматриваемого региона (рис. 18), которая аппроксимируется уравнением гиперболы

$$C_v = 1,79 / F^{0,081}.$$

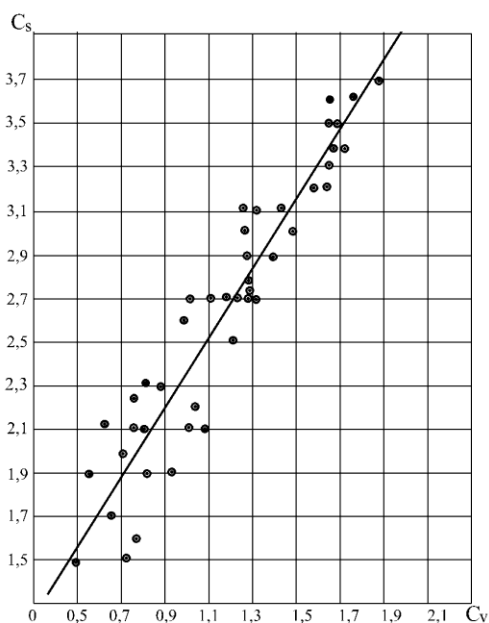
Для определения коэффициента асимметрии C_s был произведен анализ соотношения C_v и C_s , что позволило установить зависимость вида $C_s = f(C_v)$, также единую для всего региона (рис. 19).

Уравнение данной связи имеет вид

$$C_s = 0,78 + 1,6 C_v.$$



Р и с . 18 . Зависимость коэффициента вариации максимальных расходов воды дождевых паводков от площади водосбора



Р и с . 19 . Зависимость $C_s = f(C_v)$

(максимальный расход воды дождевых паводков)

Предлагаемые эмпирические связи для расчетов максимального дождевого

стока в комплексе с морфометрическими изысканиями помогут оценить количественные характеристики дождевого стока неизученных рек республики.

Минимальный сток. Минимальный сток на реках Мордовии наблюдается в период летне-осенней и зимней межени, когда поверхностный сток прекращается и реки питаются только за счет грунтовых вод. Наименьший сток обычно бывает в зимний период.

Летне-осенняя межень начинается в конце мая-середине июня и заканчивается в конце сентября, октябре и очень редко в ноябре. Отмечаются годы с затяжным половодьем, когда на спаде его проходят дожди и межень устанавливается в конце июня. При позднем, дружном половодье период низкого стока выпадает на середину мая. На малых реках межень наступает значительно раньше. Ее продолжительность в разные годы различна и изменяется в широких пределах – от 60 до 180 дней. Наиболее маловодные периоды длятся от 20 до 30 дней.

Модуль среднего многолетнего минимального месячного стока за летний период колеблется от 0,3 до 0,9 л/с·км² в бассейне р. Мокши и от 0,5 до 1,52 л/с·км² в бассейне р. Суры. Минимальный модуль стока в отдельные годы уменьшается до 0,04 (р. Меня, 1972 г.) – 0,06 л/с·км² (р. Сивинь, 1955 г.). Наиболее маловодными по летнему меженному стоку были 1938, 1939, 1951, 1955, 1972 гг.

Зимняя межень устанавливается в конце ноября - начале декабря и заканчивается в конце марта - начале апреля. Средняя ее продолжительность 90-100 дней. Наиболее маловодный период фиксируются в феврале, продолжительность его 20-30 дней. Модуль среднего многолетнего минимального месячного стока в зимний период изменяются от 0,26 до 0,75 л/с·км² в бассейне р. Мокши и от 0,29 до 0,83 л/с·км² в бассейне р. Суры.

Повышенные минимальные летние и зимние модули стока наблюдаются в бассейнах рек Вад и Инсар, что объясняется лучшими условиями грунтового питания [Шутов, 1977]. На малых реках этот показатель самый низкий и варьирует в значительных пределах (от 0,02 до 0,083 л/с·км²) в зависимости от площади водосбора и условий подземного питания. Многие из них перемерзают и пересыхают, когда сочетание гидрогеологических и морфометрических факторов не обеспечивает стабильного питания.

Как отмечалось ранее, минимальный расход воды наблюдаются в периоды, когда питание рек осуществляется за счет их связи с подземными водами, т. е. гидрогеологические условия являются одним из основных факторов, формирующих минимальный сток. Немаловажную роль играют физико-географические факторы: климат, рельеф, механический состав почв и грунтов, лесистость, заболоченность и озерность бассейнов рек.

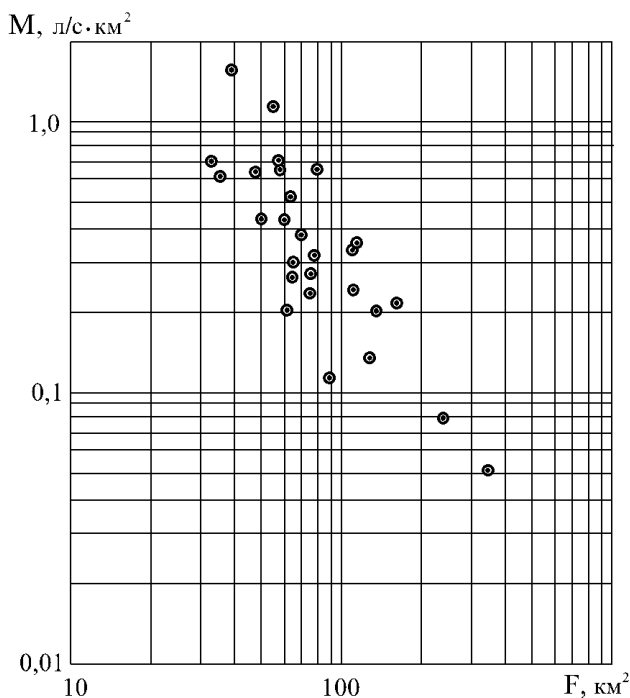
Воздействие климата на рассматриваемой территории проявляется через другие факторы, формирующие сток. В частности, так как на трансформацию атмосферных осадков в подземный сток большое влияние оказывает механический состав почв и грунтов, слагающих бассейны, модули многолетних величин минимального месячного стока больше там, где наблюдаются более высокие осадки и песчаные и супесчаные почвы. Примером этого могут быть бассейн р. Вад, где данный показатель достигает 0,67 л/с·км² при норме годовых осадков 650 мм, и бассейн р. Рудня, где при тех же осадках, но почвогрунтах более тяжелого механического состава он равен 0,54 л/с·км².

При недостатке материалов наблюдений затруднительно сделать убедительный вывод о влиянии рельефа на минимальный сток. Но необходимо отметить, что на возвышенностях в связи с углублением эрозионного вреза наблюдается его увеличение (р. Сура у д. Николаевка – 0,93 л/с·км², у с. Кадышево –

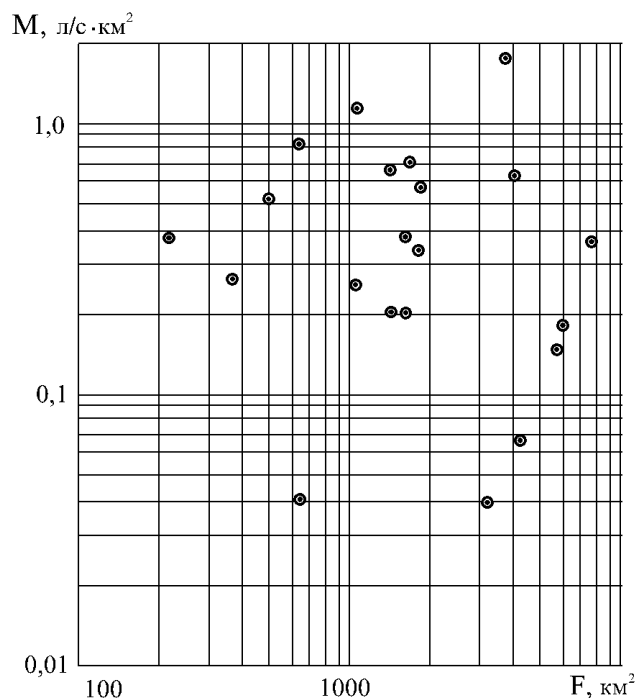
1,52 л/с·км²), тогда как в пределах низменных равнин при слабой расчлененности величина минимального стока уменьшается (р. Мокша – модуль стока от 0,7 до 0,84 л/с·км², Исса, Сивинь – соответственно 0,3 и 0,39 л/с·км²).

Сравнение минимального стока сильно залесенных и менее залесенных бассейнов рек свидетельствует, что первые имеют повышенные модули стока (реки Уркат, Сатис, Калыша – соответственно 0,67, 0,9 и 0,6 л/с·км²), хотя определить роль леса в формировании минимального стока в количественном выражении из-за трудности выделения влияния одного фактора из комплекса условий не представляется возможным. Аномальные величины минимального стока из-за наличия карста наблюдаются, кроме рек Сатис и Уркат, в верховьях р. Алатырь.

Условия формирования минимального стока на малых реках Мордовии в основном определяются гидрогеологическими факторами и глубиной эрозионного вреза. Анализ подземного стока, проведенный по материалам технического отчета Верхне-Волжского территориального управления по гидрометеорологии и контролю природной среды [Гидрометрическая оценка..., 1986], показал, что при большей расчлененности и глубине вреза малые реки бассейна р. Суры имеют лучшие условия подземного питания и его величина зависит от площади водосбора (рис. 20). Для малых рек западной Мордовии, расположенных в ландшафтах водно-ледниковых и вторичных моренных равнин (бассейн р. Мокши), эта зависимость не выявляется ввиду малой эрозионной расчлененности (рис. 21).



Р и с . 20 . Зависимость модуля подземного питания (50 % обеспеченности) от площади для рек бассейна Суры



Р и с . 21 . Зависимость модуля подземного питания (50 % обеспеченности) от площади для рек бассейна Суры

Вопросы формирования и количественной оценки минимальных средних месячных расходов воды на территории республики освещались в работах ГГИ [Ресурсы..., 1973] и "Мосгипроводхоза" [Исследования и расчеты..., 1980] при исследовании более крупных регионов. По их результатам выполнены карты

среднего многолетнего месячного минимального стока за летний и зимний периоды для водосборов более 2 000 км² (ГГИ) и за летний период (75 % обеспеченности) [Исследования и расчеты..., 1980].

Сравнительный анализ представленных материалов показал, что модули среднего многолетнего месячного минимального стока за летний период почти равнозначны и дают реальную количественную оценку рассматриваемого параметра (табл. 13).

Изменение по территории подземного и поверхностного стока, а также отсутствие связи модуля минимального среднего месячного стока с площадью водосбора позволило построить карту среднего многолетнего месячного минимального стока за летний период для водосборов с площадью более 2 000 км² по данным "Мосгипроводхоза" [Исследования и расчеты..., 1980] (рис. 22).

Количественную оценку летнего минимального стока рек с водосборами менее 2 000 км² ввиду отсутствия наблюдений на них можно получить на основе использования косвенных приемов. Одним из них является метод определения среднего месячного минимального расхода по внутригодовому распределению стока с применением аналога. В частности, можно использовать предлагаемый нами метод [Шутов, 1977], который предусматривает привлечение региональных зависимостей для определения исследуемых параметров.

Минимальный средний месячный расход воды в зимний период определяется только величиной подземного питания. По данным ГГИ [Ресурсы..., 1973], на территории Мордовии модули стока увеличиваются с северо-запада на юго-восток от 0,5 до 1,5 л/с·км². Эта закономерность характерна для рек с площадью водосбора более 2 000 км². Связь между зимними модулями и площадью водосбора отсутствует. Пространственную картину распределения средних месячных расходов воды в зимний период дает карта модуля стока, созданная ГГИ (рис. 23). Характерные минимальные зимние среднемесячные модули стока [Ресурсы..., 1973] представлены в табл. 14.

По рекам с водосбором менее 2 000 км² для определения рассматриваемого параметра фактических материалов явно недостаточно и данный вопрос требует организации дополнительных гидрометрических наблюдений. Из расчетных методов следует отдать предпочтение тем, в которых учитывается внутригодовое распределение стока и применяется метод гидрологической аналогии.

Коэффициенты вариации (C_v) летнего месячного минимума изменяются от 0,30 до 0,66; на их величину влияет не только изменение подземного питания, но и режим поверхностного стока. Для определения величин C_v летнего минимального стока на изученных реках с площадью водосбора более 1 000 км² можно предложить зональные эмпирические зависимости вида:

- для бассейна р. Суры в пределах рассматриваемого региона (не включая бассейн р. Инсар по азональным признакам)

$$C_v M_0 = 0,021 F^{0,3},$$

где C_v – коэффициент вариации минимального летнего среднемесячного расхода воды; M_0 – среднемноголетний минимальный летний среднемесячный модуль стока, л/с·км²; F – площадь водосбора, км²,

- для бассейна р. Мокши (не включая районы распространения карста и зоны повышенного грунтового питания бассейна р. Вад)

$$C_v M_0 = 0,03 F^{0,23},$$

- для бассейнов рек Вад и Инсар, где наблюдаются повышенные модули подземного стока,

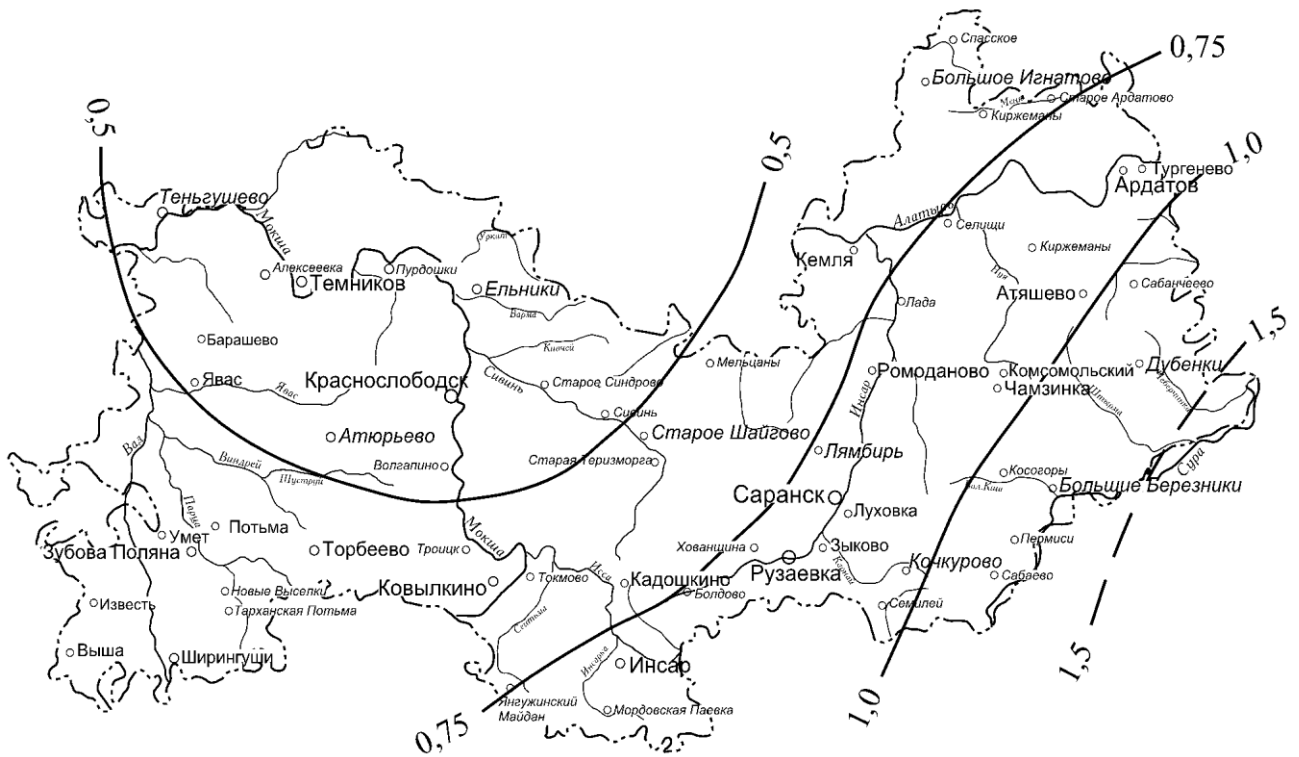
$$C_v M_0 = 0,0007 F^{0,8}.$$

**Минимальный летний среднемесячный расход воды
и модули стока различной обеспеченности**

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Средний расход за период наблюдений, м ³ /с л/с·км ²	Расход воды, м ³ /с модуль стока л/с·км ² обеспеченностью Р %							Наименьший наблюдаемый модуль, м ³ /с л/с·км ²	Время наблюдения
				50	75	80	85	90	95	97		
Мокша (Темников)*	15800	1934-1975	<u>11,1</u> 0,70	<u>10,4</u> 0,66	<u>7,93</u> 0,50	<u>7,42</u> 0,47	<u>6,76</u> 0,43	<u>6,09</u> 0,39	<u>5,21</u> 0,33	<u>4,62</u> 0,29	<u>4,94</u> 0,31	08.39
Мокша (Шевелевский Майдан)	28600	1933-1975	<u>23,9</u> 0,84	<u>24,4</u> 0,85	<u>19,2</u> 0,67	<u>17,3</u> 0,60	<u>15,6</u> 0,55	<u>14,0</u> 0,49	<u>11,8</u> 0,41	<u>10,9</u> 0,38	<u>10,5</u> 0,37	09.39
Исса (Паево)*	1790	1949-1975	<u>0,53</u> 0,30	<u>0,48</u> 0,27	<u>0,31</u> 0,17	<u>0,27</u> 0,15	<u>0,22</u> 0,12	<u>0,18</u> 0,10	<u>0,12</u> 0,07	<u>0,09</u> 0,05	<u>0,10</u> 0,06	10.55
Сивинь (Сивинь)	1060	1949-1975	<u>0,41</u> 0,39	<u>0,40</u> 0,38	<u>0,27</u> 0,25	<u>0,24</u> 0,23	<u>0,21</u> 0,20	<u>0,17</u> 0,16	<u>0,11</u> 0,10	<u>0,07</u> 0,07	<u>0,08</u> 0,08	08.72
Уркат (Урей 1-й)*	402	1969-1975	<u>0,27</u> 0,67	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,20</u> 0,50	08.72
Сатис (Росстанье)*	1230	1967-1975	<u>1,11</u> 0,90	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,94</u> 0,76	06.71
Вад (Авдалово)*	1930	1936-1941, 1946-1975	<u>1,30</u> 0,67	<u>1,20</u> 0,62	<u>0,82</u> 0,42	<u>0,74</u> 0,38	<u>0,60</u> 0,31	<u>0,51</u> 0,26	<u>0,35</u> 0,18	<u>0,25</u> 0,13	<u>0,28</u> 0,15	08.72
Виндрей (Леплеевское)*	1010	1950-1975	<u>0,49</u> 0,49	<u>0,45</u> 0,45	<u>0,36</u> 0,36	<u>0,34</u> 0,34	<u>0,31</u> 0,31	<u>0,26</u> 0,26	<u>0,17</u> 0,17	<u>0,12</u> 0,12	<u>0,12</u> 0,12	08.72
Сура (Кадышево)	27900	1933-1975	<u>42,4</u> 1,52	<u>41,4</u> 1,48	<u>34,5</u> 1,24	<u>33,0</u> 1,18	<u>31,0</u> 1,11	<u>29,1</u> 1,04	<u>26,2</u> 0,94	<u>24,3</u> 0,87	<u>23,2</u> 0,83	09.38
Алатырь (Мадаево)*	1410	1958-1975	<u>0,70</u> 0,50	<u>0,70</u> 0,50	<u>0,52</u> 0,37	<u>0,48</u> 0,34	<u>0,42</u> 0,30	<u>0,37</u> 0,26	<u>0,30</u> 0,21	<u>0,25</u> 0,18	<u>0,27</u> 0,19	07.72
Алатырь (Тургенево)	11000	1934-1937, 1939, 1949-1975	<u>7,60</u> 0,69	<u>6,98</u> 0,63	<u>5,10</u> 0,46	<u>4,72</u> 0,43	<u>4,10</u> 0,37	<u>3,68</u> 0,33	<u>3,08</u> 0,28	<u>2,62</u> 0,24	<u>2,63</u> 0,24	10.51
Рудня (Дивеев Усад)	1140	1963-1975	<u>0,62</u> 0,54	<u>0,60</u> 0,53	<u>0,52</u> 0,46	<u>0,52</u> 0,46	<u>0,50</u> 0,44	<u>0,42</u> 0,37	<u>0,23</u> 0,20	<u>0,20</u> 0,18	<u>0,21</u> 0,18	09.72
Инсар (Саранск)	1610	1955-1975	<u>1,73</u> 1,07	<u>1,60</u> 0,99	<u>1,16</u> 0,72	<u>1,06</u> 0,66	<u>0,94</u> 0,58	<u>0,82</u> 0,51	<u>0,64</u> 0,40	<u>0,54</u> 0,34	<u>0,69</u> 0,43	09.55
Калыша (Васильевка)	166	1969-1975	<u>0,10</u> 0,60	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,004</u> 0,02	08.72
Меня (Олевка)	329	1969-1975	<u>0,03</u> 0,27	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,01</u> 0,04	08.72
Пьяна (Гагино)**	2880	1948-1975	<u>1,05</u> 0,36	<u>0,90</u> 0,31	<u>0,57</u> 0,20	<u>0,51</u> 0,18	<u>0,40</u> 0,14	<u>0,36</u> 0,12	<u>0,25</u> 0,09	<u>0,19</u> 0,07	<u>0,21</u> 0,07	09.72

* Сток зарегулирован плотинами.

** Наличие карста в бассейне.



Р и с . 22 . Средний многолетний месячный минимальный сток за летний период для водосборов с $F > 2\,000 \text{ км}^2$, л/с·км²



Р и с . 23 . Средний многолетний месячный минимальный сток за зимний период для водосборов с $F > 2\,000 \text{ км}^2$, л/с·км²

**Минимальные зимние среднемесячные модули
стока различной обеспеченности**

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Средний многолетний модуль, л/с·км ²	Модуль стока, л/с·км ² , обеспеченности Р %							Наименьший модуль стока, л/с·км ²
				50	75	80	85	90	95	97	
Мокша (Темников)	15 800	1934-1966	0,66	0,63	0,52	0,5	0,48	0,46	0,42	0,41	0,33
Мокша (Шевелевский Майдан)	28 600	1933-1966	0,69	0,66	0,56	0,54	0,5	0,49	0,45	0,42	0,35
Исса (Паево)	1 790	1949-1965	0,26	0,22	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,095
Сивинь (Сивинь)	1 060	1949-1965	0,33	0,32	0,25	0,24	0,22	0,2	0,16	0,14	0,15
Вад (Авдалово)	1 930	1936-1941, 1946, 1949-1966	0,75	0,70	0,50	0,47	0,41	0,36	0,3	0,25	0,13
Виндрей (Леплеевское)	1 010	1950-1966	0,51	0,48	0,36	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,18
Сура (Кадышево)	27 900	1933-1964	1,16	1,16	0,92	0,87	0,82	0,73	0,62	0,54	0,51
Алатырь (Мадаево)	1 410	1958-1969	0,41	0,38	0,3	0,28	0,25	0,23	0,2	0,19	0,23
Алатырь (Тургенево)	11 000	1934-1937, 1939, 1949-1966	0,56	0,52	0,38	0,35	0,32	0,28	0,24	0,22	0,23
Рудня (Дивеев Усад)	1 140	1963-1969	0,29	-	-	-	-	-	-	-	0,15
Инсар (Саранск)	1 610	1955-1966	0,70	0,70	0,52	0,47	0,41	0,35	0,25	0,19	0,25
Пьяна (Гагино)	2 880	1948-1966	0,24	0,24	0,18	0,17	0,16	0,14	0,11	0,09	0,097

Для рек с площадью водосбора менее 1 000 км² (ввиду невозможности определить C_v по региональным формулам) при расчетах минимального стока следует пользоваться методиками ГГИ [Пособие..., 1984].

Оценка коэффициента асимметрии не дает устойчивого соотношения C_s/C_v . Значения коэффициентов C_v и C_s по данным ГГИ [Ресурсы..., 1973] представлены в табл. 15.

**Значения коэффициентов вариации и асимметрии
минимального летнего среднемесячного расхода воды**

Река (пункт)	C_v	C_s
Мокша (Темников)	0,40	0,6
Мокша (Шевелевский Майдан)	0,33	0,6
Исса (Паево)	0,47	0,3
Сивинь (Сивинь)	0,43	1,1
Вад (Авдалово)	0,48	0,8
Виндрей (Леплеевское)	0,38	1,5
Алатырь (Мадаево)	0,46	2,2
Алатырь (Тургенево)	0,53	1,7
Инсар (Саранск)	0,30	0,0
Сура (Кадышево)	0,31	0,8
Пьяна (Гагино)	0,66	2,2

Коэффициенты вариации зимнего минимального месячного расхода изме-

няются от 0,27 до 0,55. По закономерностям их распределения на изучаемой территории выявлены следующие эмпирические зависимости (при площади водосбора более 1 000 км²):

- для бассейна р. Суры в пределах рассматриваемого региона (не включая бассейн р. Инсар по азональным признакам)

$$C_v M_o = 0,03 F^{0,23};$$

- для бассейна р. Мокши (исключая закарстованные бассейны и зоны повышенного грунтового питания бассейна р. Вад)

$$C_v M_o = 0,042 F^{0,15};$$

- для бассейнов рек Вад и Инсар, где проявляются азональные признаки повышенного грунтового питания,

$$C_v M_o = 0,0015 F^{0,7},$$

где M_o – среднемноголетний минимальный зимний среднемесячный модуль стока, л/с·км².

Коэффициенты асимметрии зимнего минимального расхода изменяются, по данным ГГИ [Ресурсы..., 1973], в широких пределах – от 0 до $4C_v$. Значения коэффициентов C_v и C_s по данным ГГИ представлены в табл. 16.

Таблица 16

Значения коэффициентов вариации и асимметрии минимального зимнего среднемесячного расхода воды

Река (пункт)	Площадь водосбора, км ²	C_v	C_s
Мокша (Темников)	15 800	0,27	1,1
Мокша (Шевелевский Майдан)	28 600	0,27	0,9
Исса (Паево)	1 790	0,55	1,6
Сивинь (Сивинь)	1 060	0,34	0,5
Вад (Авдалово)	1 930	0,45	0,9
Виндрей (Леплеевское)	1 010	0,42	0,8
Алатырь (Мадаево)	1 410	0,39	1,0
Алатырь (Тургенево)	11 000	0,43	1,0
Инсар (Саранск)	1 610	0,39	0,0
Сура (Кадышево)	27 900	0,28	0,0
Пьяна (Гагино)	2 880	0,33	0,0

Для рек с площадью водосбора менее 1 000 км² при расчетах минимального зимнего стока также следует пользоваться разработками ГГИ [Пособие..., 1984].

Сток наносов рек. Причиной образования речных наносов является процесс эрозии поверхности водосборов и гидрографической сети. Сток наносов определяется в основном плоскостным смывом, хотя в восточной части республики в районах активного развития линейной эрозии наносы малых рек формируются преимущественно за счет линейного размыва.

Интенсивность эрозии и величина твердого стока определяются как климатическими факторами, так и характером рельефа, растительного покрова, типом почв. Климатические условия определяют общую готовность почв к эрозии и смыву: при большом увлажнении они имеют достаточно мощный растительный покров, что препятствует разрушающему действию поверхностного стока, при недостаточном же увлажнении складывается противоположная картина. Геоморфологическими факторами, определяющими величину стока наносов, явля-

ются: крутизна и длина склонов; расчлененность бассейнов и их уклон. В большой степени величина твердого стока зависит от механического состава почв. Пески и супеси более подвержены смыву, но в результате их хорошей инфильтрационной способности общая величина смыва песчаных почв меньше, чем су-глинистых и глинистых.

По характеру эрозионных процессов рассматриваемая территория входит в состав трех эрозионных подрайонов [Ресурсы..., 1973]:

1) северная часть Окско-Донской равнины, характеризующаяся модулем твердого стока с активной площади водосбора $15-40 \text{ т/км}^2$ при мутности $100-250 \text{ г/м}^3$ (район бассейна р. Вад);

2) северная и центральная части Приволжской возвышенности, характеризующиеся модулем стока $15-45 \text{ т/км}^2$ при мутности $100-350 \text{ г/м}^3$ (реки Мокша, Исса, Сивинь);

3) западная часть Приволжской возвышенности, где модуль стока равен 100 т/км^2 , а мутность – $300-700 \text{ г/м}^3$ (бассейн р. Суры).

Результаты многолетних наблюдений на реках региона показывают, что годовая величина стока наносов изменяется в широких пределах (табл. 17). Величины стока наносов не полностью совпадают с циклами водности по амплитуде, но соответствуют фазам водного режима [Ресурсы..., 1973].

Коэффициенты вариации расхода твердого стока изменяются в пределах от 0,35 до 0,64, соотношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации в основном 2,0.

Внутригодовое распределение стока наносов для всех рек региона характеризуется неравномерностью. Преобладающая часть годового стока наносов (95 %) проходит в весенние месяцы (табл. 18), увеличиваясь к востоку региона. Наибольшая часть весеннего стока приходится на апрель.

Среднегодовая мутность на реках изучаемой территории изменяется от 14 до 1580 г/м^3 , средняя многолетняя максимальная – от $250-500 \text{ г/м}^3$ в западных регионах до $500-1000$ в центре и $1000-2500 \text{ г/м}^3$ – в восточных районах [Ресурсы..., 1973].

Гидрохимическая характеристика поверхностных вод. Основными гидрохимическими показателями поверхностных вод являются минерализация и химический состав. Самые ранние сведения об их химическом составе на территории Мордовии относятся к 1938 г. Наблюдения выполнялись Гидрометеослужбой на реках Мокша, Исса, Сура, Алатырь. Ряды наблюдений прерывались. На остальных реках эпизодические определения химического состава воды выполнялись санитарно-гигиеническими, рыбохозяйственными, экологическими и другими организациями.

Основной задачей наблюдений было создание базы данных о естественном химическом составе поверхностных вод в различные фазы водного режима для решения вопроса о возможности их использования для хозяйственно-бытового, производственного и сельскохозяйственного потребления.

Как уже отмечалось, водный режим территории отличается хорошо выраженным половодьем, довольно устойчивой летней и зимней меженью, а также летне-осенними паводками. Смена фаз гидрологического режима, различия в водности отдельных лет определяют изменения минерализации и химического состава поверхностных вод. Основными природными факторами, влияющими на их химический состав, являются различные типы почв, слагающих водосборы, геологическое и гидрогеологическое строение, наличие болот и залесенность территории.

Средний расход взвешенных наносов

Река (пункт), Период и число лет наблюдений	Ха- рак- тери- стика года	Среднемесячный расход наносов, кг/с												Средне- годо- вой рас- ход, кг/с	Сред- няя годо- вая мут- ность, г/м ³	Годо- до- вой сток нано- сов, т/км ²
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Мокша (Темни- ков), 1940, 1945, 1948-1974 (29)	*	0,19	0,18	0,87	72,9	6,17	0,35	0,22	0,18	0,18	0,18	0,21	0,18	6,9	117	14
	**	0,60	0,60	6,40	170	25,0	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	15,0	218	30
	***	0,02	0,03	0,02	16,0	0,79	0,12	0,08	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02	2,1	53	4
Исса (Паево), 1965-1969, 1971- 1974 (9)	*	-	-	2,43	35,2	0,54	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	-	2,7	449	47
	**	-	-	12,0	85,0	2,60	-	-	-	-	-	-	-	6,6	814	116
	***	-	-	0,00	13,0	0,01	-	-	-	-	-	-	-	1,3	256	23
Сивинь (Сивинь), 1958-1974 (17)	*	0,02	0,02	0,96	17,4	0,11	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	1,6	345	47
	**	0,06	0,06	9,70	36,0	0,32	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	3,0	867	89
	***	0,00	0,00	0,00	4,8	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4	101	13
Вад (Авдалово), 1939-1940, 1949- 1974 (28)	*	0,03	0,03	0,27	5,43	0,30	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,5	74	8
	**	0,06	0,06	2,20	9,50	1,20	0,14	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	1,1	110	18
	***	0,01	0,01	0,00	1,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	14	11
Сура (Кадыше- во), 1937, 1939- 1945, 1947, 1949- 1974 (35)	*	1,29	1,29	7,69	312	29,1	6,90	6,41	2,91	2,39	2,70	2,50	1,91	32,5	286	37
	**	3,60	4,70	53,0	1500	290	26,0	83,0	14,0	9,50	14,0	8,60	6,40	130,0	860	147
	***	0,04	0,05	0,13	97,0	1,60	0,96	0,69	0,85	0,67	0,93	0,09	0,05	9,4	120	11
Алатырь (Мадае- во), 1962-1974 (13)	*	0,00	0,00	0,58	12,7	0,18	0,10	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	1,21	239	38
	**	-	-	4,00	22,0	0,85	0,18	0,12	0,95	0,05	0,01	0,08	0,01	1,9	370	42
	***	-	-	0,00	3,60	0,01	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,55	154	12
Алатырь (Турге- нево), 1959-1974 (16)	*	0,20	0,22	7,44	336	6,75	1,00	0,83	1,03	0,55	0,33	0,40	0,38	29,8	638	85
	**	0,79	0,63	48,0	540	22,0	4,10	3,00	5,80	2,90	1,00	1,20	1,70	46,0	1300	132
	***	0,04	0,05	0,11	190	0,66	0,26	0,15	0,10	0,08	0,10	0,06	0,05	18,0	363	52
Рудня (Дивеев Усад), 1967-1974 (8)	*	-	-	4,15	40,0	0,13	0,06	0,06	0,04	0,02	0,02	0,49	-	3,8	826	105
	**	-	-	24,0	85,0	0,37	0,17	0,18	0,07	0,03	0,04	3,20	-	7,2	1580	199
	***	-	-	0,00	18,0	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-	1,8	385	50
Пьяна (Гагино), 1964, 1966-1974 (10)	*	0,02	0,01	1,00	72,5	0,47	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,10	0,03	6,2	562	68
	**	-	-	7,00	100	1,61	0,06	0,05	0,03	0,01	0,29	0,47	-	8,4	879	92
	***	-	-	0,00	37,0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	3,2	339	35

* средний по водности; ** многоводный; *** маловодный

Таблица 18

Среднее распределение стока взвешенных наносов по месяцам, % от годового

Река (пункт)	Среднемесячный расход наносов, %											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Мокша (Темников)	0,2	0,2	1,1	89,2	7,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Мокша (Шевелевский Майдан)	0,2	0,2	1,5	84,4	11,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
Исса (Паево)	-	-	6,4	92,0	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сивинь (Сивинь)	0,1	0,1	5,1	93,0	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Вад (Авдалово)	0,4	0,4	4,3	86,9	4,8	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
Сура (Кадышево)	0,3	0,3	2,0	82,9	7,7	1,8	1,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,5
Алатырь (Мадаево)	0,0	0,0	4,1	90,2	1,4	0,7	0,5	2,4	0,2	0,1	0,3	0,1
Алатырь (Тургенево)	0,0	0,1	2,1	94,6	1,9	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Рудня (Дивеев Усад)	-	-	9,2	88,9	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	-
Пьяна (Гагино)	0,0	0,0	1,3	97,6	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1

Примечание. Таблица составлена по материалам исследований "Мосгипроводхоза". Толща подзолистых почв на водосборах рек повсеместно хорошо отмыта

от легкорастворимых неорганических соединений, что способствует формированию гидрокарбонатных вод малой и средней минерализации. Болотные и торфяно-болотные почвы повышенной кислотности обуславливают значительное уменьшение минерализации воды и обогащение ее органическими веществами. Серые лесные и черноземные почвы за счет гумусового горизонта и суглинистого состава обладают значительной емкостью поглощения, что способствует повышению минерализации [Ресурсы..., 1973].

Влияние геологического строения на химический состав поверхностных вод зависит от гидрогеохимических условий. Их анализ приводится в разделе "Общая характеристика подземных вод".

Пространственная картина минерализации и химического состава поверхностных вод на рассматриваемой территории, выполненная по материалам имеющихся наблюдений для различных фаз водного режима, представлена в монографии "Ресурсы поверхностных вод СССР" [1973].

По величине минерализации поверхностные воды Мордовии в период весеннего половодья можно отнести к водам с очень малой и малой минерализацией. Это объясняется тем, что с началом снеготаяния на поверхности водосборов образуются воды с малой минерализацией. Они частично фильтруются в зону аэрации, оставшаяся часть стекает в речную сеть, тем самым снижая минерализацию речных вод. На этот показатель оказывает влияние и почвенный покров. Водосборы большинства рек республики сложены подзолистыми и черноземными почвами, и минерализация их вод в половодье колеблется в пределах 60-130 мг/дм³. Наименьшие значения наблюдаются в многоводные половодья.

В период летней межени, когда питание рек осуществляется в основном за счет грунтовых вод, минерализация поверхностных вод существенно повышается, варьируя от 350 до 680 мг/дм³. В период зимней межени, когда отсутствует поверхностное питание, речные воды еще больше минерализуются (табл. 19).

Таблица 19

Химический состав воды рек в основные фазы их режима

Фаза режима	Водность фазы	O ₂ *	CO ₂ , мг/л	pH	Расход воды, м ³ /с	Содержание ионов, мг/дм ³								Сумма ионов
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K	HCO ₃	SO ₄	Cl	NO ₃	NO ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Мокша (Темников)														
Зимняя межень	многовод.	-	34,4	7,4	13,7	69,7	15,1	24,5	289,8	33,1	6,60	4,73	0,002	449,6
	маловод.	-	35,4	7,4	7,6	85,7	21,4	30,5	363,0	42,5	10,30	0,44	0,049	553,8
Весеннее половодье (пик)	средняя	9,97/82	7,9	7,1	1200,0	17,2	3,0	3,2	58,0	11,5	0,90	1,06	0,071	94,9
	многовод.	9,36/73	18,5	7,0	1800,0	11,2	2,4	1,5	30,5	12,1	1,10	2,17	0,016	61,0
Летне-осенняя межень	средняя	-	-	8,1	12,2	59,7	13,1	14,0	212,3	46,1	6,20	0,70	0,166	352,3
	многовод.	8,34/82	-	6,2	19,3	56,1	14,8	14,0	219,6	36,4	7,50	0,50	0,050	348,9
Исса (Паево)														
Зимняя межень	многовод.	-	-	7,2	0,8	78,5	17,8	18,8	297,7	47,7	9,10	0,30	0,083	470,0
	маловод.	8,66/59	-	7,4	0,6	98,6	23,8	20,5	359,9	71,0	10,60	1,52	-	585,9
Весеннее половодье	средняя	-	-	7,0	224,0	24,0	3,9	5,5	79,3	14,2	3,60	2,78	0,032	133,3
	многовод.	-	6,8	7,2	422,0	22,8	3,9	3,0	73,2	10,7	5,40	0,36	0,015	119,4
Летне-осенняя межень	средняя	-	2,6	7,8	0,6	55,3	13,6	15,2	208,6	37,6	9,90	0,56	0,056	340,8
	маловод.	-	-	7,2	0,3	60,1	16,1	16,2	219,6	45,7	14,0	1,16	0,040	372,9

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Мокша (Темников)														
Зимняя межень	многовод.	-	34,4	7,4	13,7	69,7	15,1	24,5	289,8	33,1	6,60	4,73	0,002	449,6
	маловод.	-	35,4	7,4	7,6	85,7	21,4	30,5	363,0	42,5	10,30	0,44	0,049	553,8
Весеннее половодье (пик)	средняя	9,97/82	7,9	7,1	1200,0	17,2	3,0	3,2	58,0	11,5	0,90	1,06	0,071	94,9
	многовод.	9,36/73	18,5	7,0	1800,0	11,2	2,4	1,5	30,5	12,1	1,10	2,17	0,016	61,0
Летне-осенняя межень	средняя	-	-	8,1	12,2	59,7	13,1	14,0	212,3	46,1	6,20	0,70	0,166	352,3
	многовод.	8,34/82	-	6,2	19,3	56,1	14,8	14,0	219,6	36,4	7,50	0,50	0,050	348,9
Исса (Паево)														
Зимняя межень	многовод.	-	-	7,2	0,8	78,5	17,8	18,8	297,7	47,7	9,10	0,30	0,083	470,0
	маловод.	8,66/59	-	7,4	0,6	98,6	23,8	20,5	359,9	71,0	10,60	1,52	-	585,9
Весеннее половодье	средняя	-	-	7,0	224,0	24,0	3,9	5,5	79,3	14,2	3,60	2,78	0,032	133,3
	многовод.	-	6,8	7,2	422,0	22,8	3,9	3,0	73,2	10,7	5,40	0,36	0,015	119,4
Летне-осенняя межень	средняя	-	2,6	7,8	0,6	55,3	13,6	15,2	208,6	37,6	9,90	0,56	0,056	340,8
	маловод.	-	-	7,2	0,3	60,1	16,1	16,2	219,6	45,7	14,0	1,16	0,040	372,9
Бад (Авдалово)														
Зимняя межень	средняя	-	-	7,0	1,4	44,5	10,5	14,8	183,0	25,7	4,20	0,84	-	284,0
	многовод.	-	-	6,4	2,0	46,9	10,2	7,8	170,3	23,4	5,50	2,38	0,017	267,0
Весеннее половодье	многовод.	-	-	6,4	394,0	14,0	2,8	4,0	47,6	12,3	1,60	0,30	0,003	82,6
Летне-осенняя межень	средняя	-	-	7,7	1,5	53,9	11,1	17,8	218,4	22,2	9,70	0,16	0,003	333,3
	многовод.	-	-	7,7	2,1	47,1	9,1	9,8	172,0	25,1	5,20	0,16	0,008	268,5
Алатырь (Тургенево)														
Зимняя межень	многовод.	10,4/71	22,4	8,2	13,5	96,2	28,7	46,5	320,2	123,0	42,80	0,12	0,010	657,5
Весеннее половодье (пик)	средняя	-	-	6,8	1050,0	22,2	3,6	3,5	67,1	18,1	1,80	1,42	0,167	117,9
	маловод.	-	-	6,9	612,0	24,0	4,6	2,8	80,5	13,4	2,80	0,52	0,020	1287,6
Летне-осенняя межень	средняя	-	-	7,8	6,6	80,9	25,8	31,8	259,2	110,9	31,0	0,24	0,008	539,8
Инсар (Саранск)														
Зимняя межень	средняя	-	-	7,2	1,81	124,2	26,8	43,2	433,1	100,4	31,8	1,92	-	761,7
	многовод.	5,98/41	28,6	-	3,42	113,8	29,7	46,5	433,1	98,1	28,8	2,0	0,084	752,1
Весеннее половодье (пик)	многовод.	-	-	7,2	390	22,8	4,4	3,2	61,0	24,5	3,5	1,42	0,043	120,9
	маловод.	11,2/77	-	7,8	102	31,9	6,3	8,5	106,8	26,9	3,1	3,33	0,111	186,9
Летне-осенняя межень	маловод.	-	-	7,8	1,55	117,6	25,5	31,8	381,2	86,2	42,2	0,14	0,125	684,8

* В числителе – содержание, мг/дм³, в знаменателе – % насыщения.

Заметное влияние на гидрохимический режим рек оказывают сбросы промышленных, хозяйственно-бытовых и других сточных вод. Недостаточная их очистка приводит к загрязнению водотоков нефтепродуктами, органическими веществами и другими элементами, что изменяет физические свойства, химический состав воды, флору и фауну рек. Характерным примером является полное загрязнение реки Инсар в районе г. Саранска и ниже по течению [Беркович и др., 1998].

3.2. Озера

Озера на территории Мордовии распространены в основном в поймах рек. По генетической классификации котловин явно выделяются два типа озер: водно-эрозионные (старицы рек, имеющие связь с рекой во время весенних половодий) и провальные (возникшие в районах распространения карста).

В Мордовии насчитывается несколько тысяч озер. К первому типу относятся: Инерка, Инорка, Жегалово, Большое Палкино, Телимерка, Казино, Лука, Рубежное, Чурилка, Большое, Долгое, Круглое и другие. Менее распространены

озера провального типа, в основном они расположены на северо-западе республики. Наибольшее из них – Ендовище (район г. Темникова). Самое большое озеро расположено в долине р. Суры – Инерка. Длина его около 3 км, ширина до 200 м, максимальная глубина 11 м [География Мордовской АССР, 1983].

Все озера региона преимущественно эвтрофные и дистрофирующие. Первые отличаются сравнительно большой глубиной, богатой органической жизнью, значительными колебаниями гидрохимических показателей в течение года. Для них характерно повышенное содержание кислорода. Дистрофирующие озера мелководны, сильно зарастают водной растительностью, содержание кислорода в них пониженное [Ямашкин, 1998].

Водный режим озер определяется величиной приходной и расходной частей водного баланса. Основными источниками питания являются поверхностный сток, атмосферные осадки, грунтовые воды. Расходная часть включает испарение с водной поверхности, подземный и поверхностный отток (в случае проточности – оз. Чурилка в пойме р. Мокша).

Для озер Мордовии характерен весенний подъем уровня, сменяющийся постепенным его снижением в течение летнего и зимнего сезонов. В отдельные дождливые годы наблюдается летнее или осеннее повышение уровня. Весенний подъем обычно начинается во второй половине апреля, на 5-10 дней позже начала половодья на реках. Его высота в среднем от 0,6 до 1,2 м, что зависит как от водности весеннего периода, так и от морфологии котловины озера, размеров бассейна. Максимальный уровень весеннего подъема наблюдается обычно в последней декаде апреля. В зимний период изменение уровня обычно незначительно. Годовая амплитуда колебаний уровня 1,0-1,5 м.

Режим карстовых озер в каждом случае своеобразен и определяется условиями притока и оттока подземных вод.

Температура поверхности воды озер в теплый период года тесно связана с изменением температуры воздуха. Зимой она близка к 0 °С. Переход температуры воды озер через 0,2 °С в среднем наблюдается во второй-третьей декаде апреля. На озерах, глубина которых не превышает 2-3 м, прогрев всей массы воды происходит уже в мае, устанавливается гомотермия, или незначительное уменьшение температуры в придонном слое. На озерах с глубинами более 3 м в течение лета и осени наблюдается прямая температурная стратификация. В зимний период на всех озерах отмечается обратная температурная стратификация с максимальным значением температуры в придонном слое около 4 °С.

Озера республики пресные, общая минерализация от 50 до 500 мг/дм³. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатному классу, из катионов преобладает кальций, рН = 6,4-7,2.

Ледовые явления на озерах фиксируются одновременно с понижением температуры верхних слоев воды до 0 °С. На малых озерах ледостав устанавливается почти сразу на всей водной поверхности, на крупных ему предшествует появление заберегов, обычно во второй декаде ноября. От первых ледяных образований до наступления ледостава обычно проходит 5-10 дней, иногда больше. К концу декабря толщина льда на озерах в среднем составляет 35-40 см. Наибольшая толщина льда приходится на вторую половину марта и составляет 60-70 см. Ледостав на озерах устойчив.

Весной ледяной покров тает на месте, разрушение льда начинается обычно во второй половине апреля. Очищение озер ото льда происходит в конце апреля - первой декаде мая.

3.3. Болота

Болота и заболоченные земли распространены в основном в поймах рек, встречаются в пониженных местах балок и оврагов, особенно в их верховьях, где обычно имеются выходы грунтовых вод на поверхность. Основные площади, занимаемые болотами, расположены в долинах рек Суры, Алатыря, Мокши, Вада, Инсара. Значительные площади они занимают на слабодренированных междуречных пространствах ландшафтов смешанных лесов водно-ледниковых равнин. Все болотные комплексы образуются в связи с избытком атмосферных осадков или выходом на поверхность грунтовых вод в районах с затрудненными условиями поверхностного стока или полным его отсутствием. В зависимости от условий питания, уровня естественной дренированности и характера растительности болота делятся на три типа: низинные, переходные и верховые.

В республике преобладают низинные болота, для них характерен смешанный и грунтово-безнапорный тип водного питания. Экологический тип растительности низинных болот – эвтрофный.

Верховые болота встречаются на водораздельных пространствах. Экологический тип растительности здесь олиготрофный. Характерным для этого типа болот является пониженное минеральное питание, высокая кислотность воды.

Промежуточное положение между участками низинных и верховых болот занимают переходные. Экологический тип растительности этих болот – мезотрофный. В процессе эволюции они трансформируются в верховые. Происходит это вследствие возрастающего обеднения минерального питания, которое обусловлено постепенным ослаблением притока поверхностных и грунтовых вод [Ямашкин, 1998].

В годы бурного развития мелиорации в республике многие болотные комплексы были осушены, что привело к нарушению естественно сложившегося водно-минерального баланса и, как следствие, к переосушению части земель, а в некоторых случаях и выходу их из сельскохозяйственного оборота. Причиной этого явились непродуманные проектные решения по спрямлению русел малых рек, а также недостаточные предпроектные исследования осушаемых территорий.

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Территория Республики Мордовия расположена в юго-западной части Волго-Сурского и северо-западной периферии Приволжско-Хоперского артезианских бассейнов.

В структурно-гидрогеологическом строении выделяются три водоносные толщи. Первая приурочена к мезо-кайнозойским песчаным и песчано-глинистым отложениям, содержащим безнапорные и слабонапорные порово-пластовые воды, дренируемые орографической сетью. В толще формируются преимущественно пресные гидрокарбонатные кальциевые воды, питание которых осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Вторая водоносная толща включает карбонатный комплекс палеозойских образований, содержащих слабонапорные и напорные трещинно-пластовые воды. Высокое гипсометрическое положение поверхности карбонатных пород (абсолютные отметки от 110 до 210 м), преобладание в разрезе перекрывающих отложений высоководопроницаемых образований способствуют активной инфильтрации атмосферных осадков и перетоков вод вышележащих водоносных горизонтов.

Третья водоносная толща формируется в глубокозалегающих кремнисто-карбонатных отложениях додевонских, девонского и нижнекаменноугольного возрастов. Подземные воды характеризуются высокими напорами, замедленным водообменом.

Общая схема гидрогеологических условий представляется следующим образом. Перекрывающая серия мезо-кайнозойских водосодержащих отложений в основном залегает выше местного базиса эрозии, поэтому их водный баланс в значительной мере регулируется гидросетью. Кроме того, существенная часть их ресурсов уходит на питание водоносного комплекса верхне- и среднекаменноугольных отложений.

Сток подземных вод происходит радиально в направлении от Алатырского поднятия к северу и западу в Муромско-Ломовский прогиб и к югу, юго-востоку в Ульяновско-Саратовскую синеклизу. Структурные особенности района определяют условия залегания, характер движения и химический состав подземных вод. Приподнятость карбонатных пород является причиной сравнительно неглубокого залегания подземных вод на водораздельных пространствах, в междуречье Мокши, Алатыря и Рудни, в бассейне Сивини. На юге, западе и востоке республики (в Муромско-Ломовском и Рязано-Саратовском прогибах, Ульяновско-Саратовской синеклизе), где карбонатные породы перекрываются относительно водоупорными юрскими отложениями и залегают на значительной глубине, подземные воды приобретают напор, высота которого увеличивается по мере падения пород каменноугольного возраста. Погружаясь, водонапорные горизонты переходят из областей питания в

область замедленного водообмена, что заметно сказывается на минерализации и химическом составе подземных вод. Восточнее и юго-восточнее р. Инсар происходит резкое погружение каменноугольных отложений, увеличивается напор, формируется застойный режим, приводящий к ухудшению качества подземных вод. На гидрогеологические условия территории оказывают влияние древние (дочетвертичные) долины, в пределах которых наблюдается взаимосвязь вод четвертичных, меловых, юрских и каменноугольных отложений и их частичная разгрузка. Особенно это относится к западным и северо-западным районам республики, где расположены крупные палеодолины рек Вада, Парцы, Алатыря, образовавшиеся в неогеновое время.

Особенностью гидрогеологических условий исследуемой территории является широкое развитие карстующихся пород (междуречье Мокши и Алатыря), что создает благоприятные условия для поглощения атмосферных осадков и поверхностных вод.

Судя по характеру распределения песчано-глинистых фаций в толще мезо-кайнозоя, можно полагать, что наиболее интенсивный водообмен и питание каменноугольного комплекса приурочены к центральной и северной частям территории, где доминируют песчаные фации. К юго-западу и юго-востоку последние постепенно заменяются глинистыми, что затрудняет вертикальную инфильтрацию подземных вод.

По гидрогеологическим особенностям, генетическим типам водовмещающих пород и условиям их залегания выделены водоносные горизонты, комплексы и воды спорадического распространения, описание которых приводится ниже.

4.1. Воды четвертичных и неогеновых отложений

К четвертичным отложениям приурочены воды, связанные с породами различного генезиса, слагающими долины рек, покрывающими приводораздельные и склоновые пространства.

Воды современных верхне- и среднечетвертичных отложений повсеместно носят характер грунтовых первых от поверхности водоносных горизонтов. В данном разделе приводится описание только наиболее значимых в природном и хозяйственном отношении гидрогеологических подразделений.

Слабоводоносный современный болотный горизонт (hQ_{IV}) приурочен к торфяникам, развитым на различных геологических образованиях и геоморфологических элементах. Болота низинного типа питания развиты преимущественно в долинах рек Мокши, Парцы, Вада, Суры и чаще всего располагаются на поверхности первых надпойменных террас, реже – на пойме, тяготея к их тыловым швам.

Подстиляется характеризуемый горизонт разновозрастными четвертичными отложениями – песками, в различной степени глинистыми. На отдельных участках подстилающие отложения представлены суглинками и глинами. Иногда торфяники залегают на мезозойских отложениях, представленных различными типами пород.

Воды болотного горизонта поровые, со свободной поверхностью. Глубина их залегания определяется микрорельефом болот и количеством атмосферных осадков и составляет 0,05-1,0 м. На разрабатываемых и осушаемых участках естественный режим болотных вод нарушен и зависит от глубины заложения дрен. Грунтовые воды здесь отмечены до глубины 1,5-1,7 м. Водопроницаемость болотных отложений весьма незначительна и зависит от сте-

пени разложения торфов. По результатам определений водопритоков в колодцы (шурфы), коэффициент фильтрации составляет 1,9-3,3 м/сут.

Воды болотных отложений прозрачные или мутные, с желтоватым или коричневым оттенком, с характерным болотным запахом ввиду наличия гуминовых кислот. По составу они хлоридно-гидрокарбонатные кальциевые или магниевые, а также хлоридные кальциевые или натриевые, пресные с минерализацией 0,05-0,42 г/дм³, мягкие и умеренно жесткие (0,5-5,31 ммоль/дм³). Концентрация водородных ионов составляет 5,6-7,5, окисляемость 4,64-12,8 мг/дм³.

Основным источником питания болотного водоносного горизонта являются атмосферные осадки и подземные воды смежных и нижележащих водоносных горизонтов, гидравлически связанных с болотными водами. В периоды обильных дождей и снеготаяния торфяники насыщаются на полную мощность. При выпадении атмосферных осадков они затрудняют питание нижележащих водоносных горизонтов, так как ввиду низких фильтрационных показателей аккумулируют на своей поверхности большую часть осадков. В летнюю межень в засушливое время отмечается подток вод из торфяников в нижележащие горизонты. Водорегулирующее значение болот общеизвестно. Воды торфяников дают начало многим рекам.

Водоносный современно-среднечетвертичный аллювиальный горизонт (aQ_{II-IV}) приурочен к долинному комплексу отложений, формирующих поймы, первые, вторые и третьи надпойменные террасы. Он развит на всей описываемой площади в долинах рек Мокши, Суры и их притоков Вада, Парцы, Алатыря, Сивини, Инсара.

Отложения одинцовского и московского горизонтов (третья надпойменная терраса) отмечены на левых склонах рек Мокши (ее широтном участке) и Суры. Более широко развиты аллювиальные отложения микулинско-калининского и мологошексинско-осташковского горизонтов (первая и вторая надпойменные террасы), а также современные аллювиальные отложения, слагающие поймы всех рек республики.

Водовмещающими породами повсеместно являются пески разнозернистые, в верхней части разреза, как правило, глинистые или с прослоями и линзами суглинков и глин. В основании каждой разновозрастной аллювиальной толщи пески содержат различное количество гравия и гальки. Мощность таких песков достигает 6 м. Иногда аллювиальные отложения второй надпойменной террасы представлены суглинками старичных фаций с прослоями песков мощностью 2,4-6,0 м. Мощность горизонта неодинакова и зависит от рельефа кровли дочетвертичных отложений и от морфологических особенностей долин рек. В долинах Мокши, Вада, Парцы, Суры, Алатыря мощность обводненных пород составляет 10-22 м.

Водоносный горизонт повсеместно является первым от поверхности и не имеет водоупорного перекрытия. Роль локальных верхних водоупоров выполняют небольшие по площади и мощности линзы и прослои глин и суглинков, залегающих среди песков или в верхних частях разреза разновозрастных аллювиальных толщ. Подстилающим водоупорным ложем обычно служат нижнемеловые и юрские глинистые отложения.

Характеризуемый водоносный горизонт часто гидравлически взаимосвязан с нижележащими водоносными горизонтами, но это не всегда можно проследить. На участках долин рек, где ложем современно-среднечетвертичных аллювиальных отложений являются высоководообильные каменноугольно-пермские отложения, происходит интенсивное подпитывание описываемо-

го водоносного горизонта. Так, в пределах коленообразного изгиба долины Мокши, долины Урката, верховьев Алатыря, среднего течения Сивини, нижнего течения Инсара отмечается разгрузка артезианских вод верхнекаменноугольных отложений.

Глубина появления вод современно-среднечетвертичного аллювиального водоносного горизонта зависит от характера рельефа и условий залегания водовмещающих пород. Она изменяется от 0,1 до 17 м. В целом уровень вод снижается от более высоких террас к руслу водотоков.

Водообильность водоносного горизонта различна для отдельных участков речных долин и зависит от мощности аллювия, гранулометрического состава водовмещающих песков и степени их глинистости, а также от степени обводненности подстилающих водоносных горизонтов. Дебиты родников изменяются от 0,01 до 0,5 л/с. В разведочных скважинах они составляют 0,07-2,5 л/с. При этом понижение динамического уровня достигает 14 м.

Питание водоносного горизонта осуществляется в результате инфильтрации атмосферных осадков и перелива вод из других водоносных горизонтов, а также за счет паводковых вод. Разгружаются грунтовые воды в нижележащие водоносные горизонты при отсутствии водоупора между ними и в результате дренирования реками в меженный период.

Режим грунтовых вод современно-среднечетвертичного аллювиального водоносного горизонта находится в прямой зависимости от метеорологических факторов и гидрологического режима поверхностного стока рек. Повышение уровня происходит в весенний период, максимальное снижение отмечается к концу зимы. Амплитуда колебаний уровня в среднем 0,60 м, а изменение дебитов родников – до 1 л/с.

Химический состав вод разнообразный. Он формируется под воздействием вещественного состава водовмещающих пород, минерального состава вод подпитывающих водоносных горизонтов, а также техногенного воздействия. Воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые или магниевые-кальциевые, пресные. Минерализация их 0,05-0,9 г/дм³, местами вследствие загрязнения повышается до 1,1-1,5 г/дм³.

Воды современно-среднечетвертичных аллювиальных отложений широко используются населением деревень, сел и поселков, расположенных в долинах рек, посредством эксплуатации копаных колодцев.

Водоносный ларевский флювиогляциальный горизонт времени отступления ледника ($fsQ_{II}lr$) широко распространен на водораздельных пространствах западной и центральной частей Мордовии. Водовмещающими породами являются пески, в основном мелкозернистые, реже среднезернистые, хорошо отсортированные.

Общая мощность надморенных флювиогляциальных осадков от 0,3 до 7,6 м, в отдельных случаях – 12,5 м. Обводненная часть песков, вскрытая колодцами, имеет мощность до 4,5 м, в скважинах мощность обводненных пород достигает 7,0 м. Глубина залегания водоносного горизонта обусловлена характером рельефа и изменяется от 0,1 до 6 м. На большей части площади своего распространения он залегает первым от поверхности и является безнапорным со свободной поверхностью грунтовых вод. Поток горизонта всегда направлен в сторону долин рек и глубоких оврагов. Надморенные флювиогляциальные отложения почти повсеместно залегают на морене и озерно-ледниковых отложениях, являющихся для водоносного горизонта относительным водоупором. В краевых частях его распространения подстилающими являются коренные отложения.

Водообильность горизонта слабая, дебит родников составляет 0,01-0,2 л/с, реже – до 0,55 л/с. Коэффициент фильтрации песков 0,45 м/сут, редко достигает 0,9 – 2,3 м/сут.

По химическому составу воды горизонта гидрокарбонатные кальциевые, в единичных случаях сульфатные натриевые, пресные, величина минерализации колеблется от 0,48 до 0,65 г/дм³. Воды мягкие и умеренно жесткие, общая жесткость 0,76-5,75 ммоль/дм³. Концентрация водородных ионов изменяется от 5,9 до 8,4. Окисляемость по кислороду составляет 2,2-2,48 мг/дм³.

Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, на отдельных участках – за счет вод, перетекающих из коренных отложений. Разгрузка осуществляется путем перетекания в водоносные горизонты, расположенные гипсометрически ниже. На пониженных участках местности при близком залегании к поверхности грунтовые воды питают болота.

Несмотря на широкое распространение водоносного горизонта, практическое значение его невелико вследствие слабой водообильности. Грунтовые воды используются сельским населением наряду с эксплуатацией других водоносных горизонтов.

Водоносный ларевский флювиогляциальный горизонт времени наступления ледника ($f_{iQ_{II}lg}$) развит широко в западной и центральной частях республики. На севере и северо-западе водовмещающие отложения картируются главным образом на повышенных участках рельефа. В центральной и южной частях описываемый водоносный горизонт почти полностью покрывает как водораздельные пространства, так и склоны, опускаясь непосредственно к речным долинам.

Верхним водоупором характеризуемого водоносного горизонта являются моренные отложения, которые повсеместно перекрывают его. Они представлены преимущественно суглинками с включением разнотернистых, большей частью груботернистых песков, гравия, гальки и валунов. Мощность моренных образований колеблется в значительных пределах. Наибольших значений (17-23 м) она достигает на междуречьях Мокши и Большого Аксела, Яваса и Лячи.

Уровень подземных вод гипсометрически занимает различные положения (от 126 до 200 м). Мощность водоносной толщи не выдержана и испытывает существенные изменения. Максимальная ее величина достигает 22,5 м. Она зависит не только от мощности горизонта, но и от характера подстилающих отложений. При подстилании неогеновыми и верхнебарремскими отложениями происходит его дренирование.

Степень водообильности водонасыщенных пород незначительна. Расход родников большей частью не превышает 0,05-0,4 л/с. Химический состав характеризуется преобладанием гидрокарбонатов. Минерализация обычно менее 0,4 г/дм³. Жесткость колеблется в пределах от 2 до 4 ммоль/дм³. Питается горизонт за счет инфильтрации атмосферных осадков. Использование его вод местным населением в хозяйственно-бытовых целях незначительно.

Отложения нижнечетвертичных и неогеновых пород близки по условиям осадконакопления и приурочены к долинам древних потоков. В процессе длительного размыва коренных отложений они слагают различные современные формы рельефа.

Водоносный верхнеплиоценово-нижнечетвертичный аллювиальный горизонт ($N_{2,3}-aQ_1$) приурочен к аллювиальным осадкам. В нижнем течении рек Парцы и Вада описываемые отложения выполняют погребенные эрозионные

долины, смещенные от современных русел до 7-10 км. Ширина палеодолин Парцы и Вада от 5 до 10 км.

Водовмещающие породы аллювиальных отложений представлены песками мелко- и среднезернистыми, хорошо отсортированными, содержащими иногда гравий и редкие мелкие гальки. В основании пески гравелистые, изредка содержащие линзы галечников. Мощность песков изменяется от 1,4 до 16,2 м. Верхнюю часть разреза слагают глины алевритистые, тонкослоистые. Мощность прослоев глины изменяется от 1,0 до 11,6 м.

Подземные воды верхнеплиоценово-нижнечетвертичных аллювиальных осадков в зависимости от рельефа местности и глубины залегания обводненных пород находятся на различных глубинах. Абсолютные отметки кровли горизонта изменяются в больших пределах – от 60 до 135 м.

Водоносный горизонт перекрывается ларевскими ледниковыми, озерно-ледниковыми, флювиогляциальными и аллювиально-флювиогляциальными водопроницаемыми или относительно водоупорными отложениями. Подстигается горизонт различными по литологическому составу породами юрских и меловых отложений, в левобережье р. Вад – миоценовыми отложениями. В большинстве случаев юрские и меловые породы следует рассматривать как водоупорные.

Горизонт напорно-безнапорный, воды пластово-поровые, величина напора может составлять 18 м. Водообильность горизонта неодинакова и изучена недостаточно. Дебиты родников незначительны – 0,1-0,2 л/с. Дебит скважин составляет 0,6 л/с при понижении динамического уровня на 1,5 м. Значение коэффициента фильтрации – 6,2 м/сут.

Подземные воды по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые, пресные, с минерализацией 0,24-0,45 г/дм³ (в левобережье р. Вад – 0,13-0,73 г/дм³), мягкие и умеренно-жесткие, жесткость составляет 3,2-15,2 ммоль/дм³.

Водоносный горизонт не имеет самостоятельного значения для крупного водоснабжения вследствие неравномерности распространения и недостаточной водообильности. Эксплуатируется ограничено населением деревень и поселков посредством копаных колодцев. Воды могут использоваться отдельными мелкими потребителями, притом наряду с другими водоносными горизонтами.

Водоносный миоценовый горизонт (N₁) имеет ограниченное распространение вследствие островного характера размещения водовмещающих миоценовых отложений. Они слагают некоторые приводораздельные пространства левобережных притоков р. Мокши, а также междуречий Сивини, Рудни, Инсара и Иссы. Осадки в водосодержащих миоценовых отложениях могли накапливаться в морских мелководных условиях, прибрежно-морских, озерно-аллювиальных, аллювиальных. В связи с этим их стратификация и картирование затруднены. Литологически водоносные породы представлены песками разномелкозернистыми, алевритами.

Водоупорным ложем горизонта служат эродированные нижнемеловые отложения, кровля которых не всегда сложена непроницаемыми породами. Верхний водоупор, как правило, отсутствует. Воды горизонта безнапорные, поровые. Водообильность невелика – 0,01-0,2 л/с. Воды гидрокарбонатные кальциевые, пресные, с минерализацией 0,23-0,27 г/дм³.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Воды дренируются овражно-балочной сетью. Горизонт эксплуатируется местным населением посредством срубовых колодцев для

хозяйственно-питьевых целей. Для крупного водоснабжения применения не имеет.

Особенно большое поле развития миоценового водоносного горизонта приурочено к междуречью Мокши и Яваса. Водовмещающие породы представлены песками, в основной массе мелкозернистыми, содержащими часто не выдержанные по простираению прослойки и линзы глин, мощность которых растет сверху вниз. Участками уже в приподошвенной части разреза глины преимущественно фракций менее 0,25 мм преобладают над песками. Мощность достигает максимальных значений в центральной части поля их развития и составляет 52 м, постепенно выклиниваясь к периферии.

Воды характеризуемого горизонта безнапорные. Они залегают на значительной глубине от дневной поверхности (от 17 до 41 м), что соответствует 143-158 м в абсолютных отметках. Мощность обводненной толщи колеблется в широких пределах, в среднем составляя 10-27 м. Водообильность горизонта незначительная. По данным опробований скважин, дебит колеблется в пределах 0,03-0,26 л/с, при понижениях уровня – 0,7-2,5 м.

Химический состав поднимаемых вод преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый, минерализация 0,20-0,25 г/дм³. Общая жесткость незначительная – 2,78-3,2 ммоль/дм³.

Питание описываемого горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Области разгрузки приурочены к долинам Урея, Большого Аксела, Яваса и Лячи. Слабый родниковый сток и местами относительно низкий уровень вод следует расценивать как результат интенсивной разгрузки его в смежные водоносные горизонты, особенно в нижнекелловейско-батские отложения.

Хозяйственное использование вод этого горизонта ограничено. Эксплуатируется он только местным населением в хозяйственно-бытовых целях, хотя можно рекомендовать эксплуатацию небольшими водозаборами.

4.2. Воды нижнепалеогеновых, меловых и юрских отложений

Водоносный палеоценовый терригенный горизонт (P₁), как и вмещающие его породы, ограниченно распространен в южной и юго-восточной частях республики. Чаще всего воды заключены в толще песков, трещиноватых опок, песчаников, опоковидных песчаников нижнесызранских слоев и иногда в верхнесызранских и нижнесаратовских отложениях. Водообильность нижнесызранских отложений неравномерна и специфична вследствие значительных геолого-литологических различий. Родники в верховьях ручьев и рек имеют дебит около 3 л/с. Скважины, пробуренные при поисково-съёмочных изысканиях, имеют дебит 0,5 л/с при понижении динамического уровня на 2,6 м. Воды отличаются мягкостью и пониженной минерализацией, общая жесткость 3,6 ммоль/дм³, сухой остаток 330 мг/дм³.

Нижним водоупором палеоценового водоносного комплекса является глинистая толща верхнемеловых отложений, верхним иногда служат мало-мощные суглинистые элювиально-делювиальные отложения. Воды горизонта рекомендуется использовать для снабжения отдельных хозяйств путем сбора родникового стока или небольшими водозаборами.

Верхнемеловая водоносная серия (K₂) имеет распространение в юго-восточной и южной частях территории республики. Водовмещающими породами комплекса являются трещиноватые мел и мелоподобный мергель ма-

астрихтского, а нередко кампанского и туронского ярусов. Подземные воды распространены в пределах верхнемеловых отложений, слагающих водораздельные части плато, между верховьями правых притоков рек Инсар, Алатырь и левых притоков Суры, а также на водоразделе верховьев рек Сивинь, Инсар и правых притоков Иссы.

Воды безнапорные, трещинно-жильные, залегают на глубине 24,0-25,5 м. Водообильность верхнемеловых отложений зависит от трещиноватости пород и степени их дренированности. Дебит источников колеблется от 0,1 до 2,5 л/с. Наибольшая водообильность водопроницаемых пород отмечается в пределах придолинных участков, здесь дебит родников составляет, как правило, 1,0-2,5 л/с. Подземные воды имеют невысокие минерализацию и жесткость, сухой остаток равен 137 мг/дм³. Они обладают хорошими питьевыми качествами, но в силу ограниченности распространения и незначительного дебита могут быть использованы для водоснабжения некрупных водопотребителей.

В разрезе нижнемеловых отложений, широко распространенных в пределах территории республики, зафиксировано несколько водоносных и слабодоносных горизонтов, приуроченных к отложениям альбского, аптского, барремского, готеривского и валанжинского ярусов.

Водоносный (локально слабодоносный) альбский терригенный горизонт (K_{1a}) приурочен к отложениям, которые разделяются на две водоносные толщи: верхнюю и нижнюю. Верхняя часть горизонта распространена в различных районах территории и приурочена к песчаным прослоям водопроницаемых отложений. В юго-восточной Мордовии водосодержащими породами являются тонкозернистые глинистые пески. Глубина залегания подземных вод колеблется в пределах 6,0-21,7 м от поверхности земли, установившийся уровень от 6,5 до 12,0 м. Воды этого горизонта обычно обладают небольшим и непостоянным дебитом. Наиболее водообильные источники с дебитом до 2 л/с отмечаются по р. Урей. Дренируются они притоками рек Инсар, Нуя, Большая и Малая Сарка.

Нижняя обводненная зона альбских отложений распространена в пределах центральной и западной Мордовии и приурочена к грубозернистым пескам нижней свиты альбского возраста, подстилаемой плотными глинами аптского возраста. В юго-восточной части территории республики эта водоносная зона приурочена к мелкозернистым пескам среднеальбского возраста и подстилается бурыми глинами нижнеальбского или черными плотными глинами аптского возраста.

Подземные воды вскрыты на разных глубинах – от 20,4 (с. Перевесье Ковылкинского района) до 109,0 м (с. Воеводское Кочкуровского района). На отдельных участках воды напорные, дебиты небольшие – 0,8-1,4 л/с. Подземные воды нижнеальбских отложений мягкие, слабоминерализованные, гидрокарбонатные натриевые, вполне пригодные для мелкого водоснабжения. Основным источником их питания являются атмосферные осадки.

Слабодоносный (водоносный) аптский терригенный горизонт (K_{1a}) имеет ограниченное распространение в южной и восточной частях территории Мордовии, где прослежены выходы этих вод на дневную поверхность. Они заключены в песчаных глинах и глинистых песках и залегают на различных глубинах (3,7-45,0 м от дневной поверхности). Режим этих вод не изучен, но местами они обладают напором до 21 м. В восточной части республики подземные воды приурочены к трещинам известково-глинистой толщи. Расход водоносного горизонта небольшой. Вода родников обычно слабо просачивает-

ся, а колодцы, питающиеся за счет аптских отложений, маловодны, быстро вычерпываются. Уровень воды восстанавливается медленно. Источник у с. Низовка Ардатовского района имеет дебит 0,5 л/с.

Водоносный барремский терригенный горизонт (K_1br) распространен почти повсеместно. Нередко барремские отложения не отделяются от подстилающих их готеривских образований, возраст водовмещающей толщи часто индексируется как готерив-барремский. По своему составу готеривские отложения, сложенные глинистыми породами, в большинстве случаев водоупорные. Подземные воды готерив-барремской толщи заключены в песчаных породах барремского возраста. Имеются выходы на дневную поверхность в виде родников. Глубина залегания вод колеблется от 8 до 116,3 м. Воды эти напорные, величина напора местами превышает 60,0 м. Водовмещающие породы – пески, чаще мелкозернистые, в восточной части территории – песчаники трещиноватые. Водоупором служит толща плотных готеривских глин. Водобильность изучена слабо. Дебит скважин составляет 0,28-7,5 л/с при понижении динамического уровня от 2,2 до 10,5 м. Источники имеют дебит 0,15 л/с. Вода гидрокарбонатная кальциево-натриевая с минерализацией 0,345 г/дм³. В восточной части республики минерализация и жесткость увеличиваются. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, области питания совпадают с областями близкого от поверхности залегания барремских пород.

Слабоводоносный валанжинский терригенный горизонт (K_1v) приурочен к самому основанию нижнемеловых отложений и заключен в толще глауконитовых песков, фосфоритового конгломерата мощностью до 5 м. Нижним водоупором являются юрские глины, верхним – плотные готеривские глины. Горизонт имеет довольно широкое распространение. Степень обводненности данных отложений крайне незначительна и неравномерна. Химический состав вод пестрый ввиду низких фильтрационных свойств горизонта и недостаточной его проточности.

В пределах Мордовии воды юрских отложений содержатся в водоносных горизонтах верхнего и среднего отделов. Верхнеюрская толща, представленная песчано-глинистыми образованиями волжского, оксфордского, кимериджского и келловейского ярусов, на значительной части территории является слабоводоносной, что дает основание считать данные отложения относительно водоупорной толщей.

Глубина залегания подземных вод в отдельных горизонтах юрских отложений возрастает с северо-запада на юго-восток и изменяется от 6,8 до 208,5 м. Дебит малочисленных источников и поисковых скважин незначителен, что связано со слабой водоотдачей вмещающих пород.

Подземные воды среднеюрских отложений заключены в батском и байосском водоносных горизонтах. Они вскрываются на глубинах от 3,0 до 270,0 м. В южной и юго-восточной частях исследуемой территории глубина залегания вод возрастает. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод.

Практический интерес представляет водоносный батский терригенный горизонт, поскольку он имеет большое распространение и значительную водобильность. Воды приурочены к мелко- и тонкозернистым пескам, хорошо промытым. Нижним водоупором являются плотные глины, залегающие в подошве горизонта или байосских отложениях. В кровле залегают глинистые породы верхней юры. Глубина залегания вод горизонта возрастает в южной и юго-восточной частях территории.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в областях выходов батских песков на поверхность. В отдельных случаях, когда батский водоносный горизонт залегает на участках, пониженных по сравнению с речной сетью, он получает питание за счет инфильтрации поверхностных вод, иногда почти осушая ручьи и мелкие речки. На участках, где батские песчаные образования подстилают водоносные валанжинские отложения, воды последних дренируются батской толщей.

Водоносный батский терригенный горизонт (J_2bt) на северо-западе Мордовии на отдельных участках, где в нижней части разреза нет прослоев водупорных глин, дренируется подстилающими каменноугольными образованиями. При залегании батских отложений на участках, повышенных по сравнению с уровнем речной сети, воды горизонта дренируются реками. Таким образом, в зависимости от высотного положения водовмещающих пород изменяются условия питания и дренажа водоносного горизонта.

4.3. Воды пермских и каменноугольных отложений

Водосодержащая толща пермских и каменноугольных отложений объединяется в самостоятельный раздел в силу литологической особенности водоносных пород. Пермские и каменноугольные отложения представлены карбонатными породами – известняками, доломитами трещиноватыми, кавернозными. Отложения сакмарского яруса нижнего отдела пермской системы сложены гипсоангидритовыми породами, расположенными на севере восточной Мордовии (южная граница распространения проходит севернее долины Алатыря), являющимися водупором, разделяющим воды в нижнеказанских и ассельских отложениях. Южнее границы выклинивания сакмарского водупора воды, содержащиеся в нижнеказанских, ассельских и верхнекаменноугольных отложениях, гидравлически взаимосвязаны и представляют единую водоносную толщу.

На севере восточной части республики южная граница нижнеказанских отложений проходит в левобережье Алатыря, на участке между селами Тарханово и Лунгинский Майдан, пересекает долину и прослеживается параллельно р. Алатырь в 5-15 км южнее ее. Южная граница ассельских отложений проходит параллельно границе выклинивания нижнеказанских отложений в 10-15 км южнее. На севере западной части республики эта граница прослеживается по правобережью Урката, Мокши, далее пересекает реку Сатис в ее среднем течении. Южная граница выклинивания верхнекаменноугольных отложений проходит в 15-20 км южнее линии Теньгушево, Краснослободск, Саранск, Б. Березники.

Нижнеказанские, ассельские и каменноугольные карбонатные отложения содержат значительные запасы подземных вод, используемые для крупного централизованного водоснабжения.

Водоносная нижнеказанская карбонатная серия распространена на севере восточной части Республики Мордовия. Воды напорные, циркулируют по трещинам кавернозных карбонатных пород. Верхним водупором являются глины среднеюрских отложений, нижним служат сакмарские гипсоангидритовые слои. Абсолютные отметки кровли водоносного горизонта изменяются от минус 10 до минус 60 м с общим уклоном на северо-восток и восток. Абсолютные отметки напорного уровня составляют 100 м (под долиной р. Мени) и 130 м (в междуречье Пьяны и Мени). Общее движение подземных вод проис-

ходит в северо-восточном направлении, к долине р. Суры, где водоносный горизонт разгружается. В пределах этой площади воды нижнеказанского горизонта частично дренируются по зонам активной трещиноватости в нижележащий ассельский водоносный горизонт. Питание происходит за пределами республики, в зонах выхода отложений на поверхность.

Водообильность горизонта высокая. По данным эксплуатационных скважин, дебит составляет 2,5-8,4 л/с, при понижении 1,0-20,0 м. Воды по составу гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые с минерализацией от 0,5 до 1,0 г/дм³ и сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниево-натриевые с минерализацией от 1,0 до 3,0 г/дм³ и общей жесткостью от 8,0 до 29,0 ммоль/дм³. Повышенная минерализация объясняется значительным содержанием в водовмещающих породах растворенных солей. Подземные воды эксплуатируются населением для хозяйственно-бытовых нужд. Скважины имеют глубину от 136 до 246 м.

Водоносная верхнекаменноугольная ассельская карбонатная серия приурочена к толще трещиноватых, кавернозных и закарстованных известняков, доломитов. Запасы подземных вод, сосредоточенных в данных отложениях, являются на территории Республики Мордовия основным источником для крупного централизованного водоснабжения.

Накопление подземных вод происходит главным образом за счет инфильтрации атмосферных осадков в местах выходов на дневную поверхность карбонатных отложений. Такие условия характерны для южной части Алатырского поднятия в северо-западной части республики, присклоновой части Окско-Цнинского вала, расположенного западнее Мордовии, и отдельных участков Сурско-Мокшинских поднятий в пределах бассейна Иссы, где в основном верхне- и среднекаменноугольные отложения выходят на дневную поверхность. Подземные воды ассельских, верхне- и среднекаменноугольных отложений гидравлически связаны между собой и образуют единую водоносную толщу. Более обособленное положение занимают воды нижнекаменноугольных отложений. В их кровле на большей части территории залегают глинистые образования верейского яруса среднего отдела каменноугольной системы с прослоями алевролитов и песчаников, с редкими прослоями известняков и мергелей.

Неглубокое залегание подземных вод пермско-каменноугольного горизонта наблюдается на северо-западе республики. В западной и центральной ее частях воды вскрываются на глубине 50-100 м, иногда до 150 м. В южных районах глубина залегания водовмещающих пород составляет 150-200 м.

Область питания подземных вод расположена на западе и северо-западе Мордовии в пределах приподнятой части Алатырского вала, восточного крыла Цнинского вала, а также в зоне Сурско-Мокшинского поднятия, где каменноугольные отложения выходят на дневную поверхность или находятся вблизи нее. Подземные воды имеют здесь слабонапорный (величина напора достигает 10-25 м), а местами безнапорный характер. В центральной части республики величина напора составляет 8-30 м, в юго-восточной и восточной ее зонах в областях погружения каменноугольных отложений (западное крыло Ульяновско-Саратовской синеклизы) достигает 227-256 м. Абсолютные отметки напорных уровней в западных и восточных районах колеблются от 100 до 120 м, в центральной области – от 120 до 130 м.

Величина водопроницаемости по долинам крупных рек составляет 1 000-1 500 м²/сут, иногда достигая 2 000 м²/сут, на большей части распространения горизонта изменяется от 500 до 1 000 м²/сут. В восточной части Мордовии

фильтрационные свойства резко ухудшаются, и водопроницаемость редко превышает 350 м²/сут.

Химический состав вод и степень их минерализации имеют зональные особенности и тесно связаны с условиями залегания водовмещающих пород. В пределах западной и центральной частей республики подземные воды каменноугольных отложений имеют пониженную минерализацию с содержанием сухого остатка до 0,5 г/дм³; общая жесткость от 1,0 до 15,0 ммоль/дм³ при преобладании карбонатов. По характеру минерализации воды имеют гидрокарбонатный кальциево-магниевый, сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, хлоридно-гидрокарбонатный кальциевый состав.

Восточнее долины Инсара подземные воды имеют различную степень минерализации, колеблющуюся в пределах от 0,5 до 1 г/дм³, при общей жесткости до 20 ммоль/дм³. По составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриево-магниевые, хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. В восточной части республики воды каменноугольных отложений залегают на глубинах свыше 150 м и имеют повышенную минерализацию с содержанием сухого остатка от 1,0 до 3,0 г/дм³, общую жесткость до 30 ммоль/дм³ и хлоридно-сульфатный натриевый состав. Присутствие в водовмещающей толще карбонатных отложений прослоев и включений гипса и хлоридов натрия, легко поддающихся растворению, налагает отпечаток на химический состав заключенных в ней подземных вод. В бактериологическом отношении воды горизонта чистые, пригодные для питьевых целей.

Водоносная нижнекаменноугольная терригенно-карбонатная свита на территории республики имеет повсеместное распространение. В этих отложениях водосодержащими являются трещиноватые известково-доломитовые породы. Токмовская скважина вскрыла кровлю водоносной свиты на глубине 196 м. Уровень воды после вскрытия установился на глубине 15 м от поверхности. Таким образом, напор вод составляет 181 м. По химическому составу они близки подземным водам верхне- и среднекаменноугольных отложений, содержание сухого остатка 282 мг/дм³. Воды имеют гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-натриевый или натриево-кальциевый состав.

4.4. Воды девонских и додевонских отложений

В разрезе девонских отложений вскрыт целый ряд водоносных горизонтов в слоях фаменского, франского и живетского ярусов.

Подземные воды в отложениях фаменского яруса опробованы сивинской скважиной в нижней части данково-лебедянских и верхней части елецких слоев и приурочены к толще известняков и доломитизированных известняков с маломощными прослоями гипса и мергелей. Мощность водоносного горизонта, глубина вскрытия его кровли и установившийся уровень воды не зафиксированы. По химическому составу воды хлоридные, натриево-кальциевые, с высокой минерализацией, сухой остаток составляет около 4 г/дм³, общая жесткость 70,3 ммоль/дм³.

Подземные воды в отложениях франского яруса опробованы сивинской скважиной в толще известняков с прослоями глин воронежского горизонта верхнефранского подъяруса. Воды хлоридные натриево-магниевые, минерализованные, сухой остаток 65,0 г/дм³, общая жесткость 249 ммоль/дм³.

Подземные воды нижнефранского подъяруса в разрезе имеют два водоносных горизонта. Верхний горизонт – на глубине 630 м – приурочен к толще

алевритов, алевролитов, песков и песчаников. Воды напорные (напор до 85 м). Уровень установился на глубине 545 м. По результатам желонирования, дебит составляет 1 л/с. Воды хлоридные натриево-кальциевые, с минерализацией 157,3 г/дм³, общей жесткостью 934 ммоль/дм³. Нижний водоносный горизонт мощностью около 20 м встречен на глубине 800 м в толще алевролитов светло-серых, песчано-глинистых с тонкой горизонтальной слоистостью. Величина напора составляет 89 м, уровень установился на глубине 711 м. Дебит, по результатам желонирования, составляет 0,9 л/с. Минерализация 165,3-174,3 г/дм³, общая жесткость 713 ммоль/дм³, воды хлоридные натриево-кальциевые.

Подземные воды живетского яруса опробованы токмовской скважиной на глубине 200 м. Водоупором служат гнейсы кристаллического фундамента, а водоупорной кровлей – алевролитовые глины. Воды напорные, величина напора 805 м. Уровень установился на глубине 95 м от поверхности земли. По солевому составу воды хлоридные натриево-кальциевые с минерализацией 176,9 г/дм³ и общей жесткостью 985 ммоль/дм³.

На основании приведенных данных можно отметить, что подземные воды в толще девонских отложений образуют водоносные горизонты, не имеющие гидравлической связи между собой, на что указывает различие напорных уровней и отличие в степени их минерализации.

Подземные воды додевонских отложений вскрыты в толще мелкозернистых песчаников зильмердакской свиты на глубине 1 480 м от поверхности. Они имеют хлоридный натриево-кальциево-магниевый состав с минерализацией 156,6 г/дм³ при содержании брома 80,0 мг/дм³. Эти воды представляют интерес как сырье для химической промышленности.

5. РЕСУРСЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

5.1. Баланс поверхностных вод

Важнейшей характеристикой водных ресурсов территории является балансовая оценка. Для исследования отдельных элементов водного баланса в практике гидрологии имеется значительное число методических приемов, основанных на методе М. И. Львовича [Львович и др., 1963], заключающемся в решении шестикомпонентной системы уравнений.

Метод водного баланса отражает общий закон сохранения материи и основан на очевидном равенстве: для любого объема, ограниченного некоторой производной поверхностью, разность между количеством воды, поступающей внутрь него (приходные составляющие – $S_{\text{прих.}}$) и вышедшей наружу (расходные составляющие – $S_{\text{расх.}}$), должна равняться увеличению или уменьшению ее количества внутри данного объема (U).

$$S_{\text{прих.}} - S_{\text{расх.}} = U .$$

Это равенство справедливо для любого произвольного объема, ограниченного замкнутой поверхностью, и любого промежуточного времени. Для годового цикла U не что иное, как разница в запасах на конец и начало конкретного года. В многоводные годы происходит накопление запаса воды ($+U$), который в маловодные годы срабатывается ($-U$). Для средних многолетних условий система уравнений водного баланса будет следующая:

$$\begin{aligned} P &= S + U + E, \\ R &= S + U, \\ W &= P - S = U + E, \end{aligned}$$

где P – осадки; S – поверхностная составляющая речного стока; U – подземная составляющая речного стока; E – суммарное испарение; R – полный речной сток; W – валовое увлажнение территории (та часть выпавших осадков, которая относительно долго задерживается на водосборах рек).

Для определения баланса поверхностных вод республики необходимо рассмотреть отдельные его составляющие.

Атмосферные осадки. Основными факторами формирования осадков являются географическое положение территории, типы атмосферной циркуляции, местные физико-географические условия.

Наличие разных методик измерения осадков и наблюдений за снежным покровом, анализа полученных данных, несовершенство измерительных приборов приводят к существенным расхождениям в определении количества осадков. Поэтому при составлении уравнения водного баланса территории го-

довая сумма осадков нами принимается не 480 мм (см. справочники Гидрометеослужбы), а 620 мм (по данным Государственного гидрогеологического института [Ресурсы..., 1973], годовая сумма осадков в республике 620-650 мм, по последним исследованиям Института экологии Волжского бассейна РАН, – 620 мм [Розенберг, Коломыц, 1995]). Распределение осадков по территории не отличается большими отклонениями.

Образование поверхностного стока происходит при интенсивности летних осадков более 5 мм/сут. Особо следует отметить роль осадков в периоды снеготаяния. Так, в 1997 г. дожди, выпавшие в этот период, ускорили процессы стокоформирования, вызвав тем самым высокое половодье на реках Инсар, Сивинь и др., превосходящее половодье 1999 г., когда запасы снега на территории республики в 2 раза превышали норму, а запасы воды в метровом слое почвы на конец октября составляли 180-220 мм.

Появление первого снега наблюдается в конце октября, но возможны отклонения на 2-3 недели. Средняя плотность снега в течение зимнего периода 0,25-0,26 г/см³, к концу марта – 0,35-0,40 г/см³.

Полный речной сток. Как уже отмечалось, формирование и пространственное распределение ресурсов речного стока зависят от физико-географических факторов. Главные из них климатические – осадки и испарение, определяющие соотношение тепла и влаги. Изменение речного стока под влиянием геологического строения, гидрогеологических условий, рельефа, почв, растительного покрова, заболоченности происходит через перераспределение тепла и влаги. Влияние геологического строения и гидрогеологических условий неоднозначно. Верховодка и грунтовые воды непосредственно связаны с ландшафтными особенностями территории и, следовательно, с поверхностными водами, формируя характер их режима. Взаимодействие межпластовых вод с поверхностными водотоками зависит от положения бассейна в геологических структурах. Это определяет наличие или отсутствие напора в водоносных горизонтах, гидрогеологических окон, т.е. направление и интенсивность перетекания из грунтового потока в межпластовый горизонт и наоборот [Евстигнеев, 1990].

Количественная оценка речного стока республики в составе более крупных регионов проводилась во многих исследованиях. Наиболее полные сведения содержатся в книге "Ресурсы поверхностных вод СССР" [1973], подготовленной по материалам исследований, выполненных под методическим руководством ГГИ. Они показывают, что средняя многолетняя величина годового стока республики равна 116 мм. По данным "Мосгипроводхоза" [Исследования и расчеты..., 1980], годовой сток оценивается величиной 111 мм, что полностью совпадает с проведенными нами расчетами [Схема мелиорации..., 1972]. Изменения годового стока характеризуются коэффициентом вариации, который в рассматриваемом регионе лежит в пределах 0,22-0,38. Расчеты ресурсов речного стока территории Мордовии, а также притока с граничащих областей и оттока в них (табл. 20) позволяют оценить обеспеченность ресурсами речного стока как наименьшую в Волго-Вятском районе (табл. 21).

Поверхностная составляющая речного стока. Поверхностная составляющая полного речного стока складывается в основном из стока периода половодья и частично дождевых паводков. Объем весеннего половодья складывается из снегового, дождевого и подземного стока. В среднем за многолетний период сток талых вод составляет 60-80 %, дождевой – до 10 % и подземный – 15-30 %.

Ресурсы речного стока Мордовии

Река	Сток, формирующийся на территории Мордовии			Приток речных вод с граничных территорий			Отток речных вод в соседние регионы		
	Площадь водосбора, км ²	Модуль годового стока, л/с·км ²	Объем годового стока, км ³	Площадь водосбора, км ²	Модуль годового стока, л/с·км ²	Объем годового стока, км ³	Площадь водосбора, км ²	Модуль годового стока, л/с·км ²	Объем годового стока, км ³
Мокша	10 300	3,40	1,10	9 540	3,60	1,08	19 840	3,49	2,18
Сура	10 130	3,52	1,12	4 780	4,00	0,60	14 910	3,66	1,72
Вад	5 770	3,75	0,68	1 070	4,10	0,14	6 840	3,80	0,82
Всего	26 200	3,55	2,90	15 390	3,90	1,82	41 590	3,60	4,72

Таблица 21

Ресурсы речного стока Республики Мордовия и соседних областей, мм

Республика Мордовия	Рязанская область	Нижегородская область	Чувашская Республика	Ульяновская область	Пензенская область
<u>2,90</u>	<u>5,6</u>	<u>11,7</u>	<u>2,3</u>	<u>3,2</u>	<u>5,0</u>
4,72	25,7	104,8	117,4	229,0	5,65

Примечание: 1. В числителе – местный сток, в знаменателе – общий сток.

2. Данные по соседним областям приведены из книги [Разработка концепции..., 1993]

Подземная составляющая речного стока. Наибольшее участие в питании рек принимают подземные воды зоны интенсивного водообмена. К ней относятся сравнительно неглубоко залегающие горизонты подземных вод напорного и безнапорного характера, которые находятся в области дренирующего воздействия речной сети [Ресурсы..., 1973]. Подземные воды, дренируемые речной сетью, приурочены к породам различного литологического состава и разной обводненности. Для разреза зоны интенсивного водообмена на большей части территории характерны песчано-глинистые отложения юрского и мелового возраста. Четвертичные отложения играют меньшую роль. В междуречье Алатыря и Мокши основное подземное питание реки получают за счет дренирования карстующихся карбонатных пород каменноугольного возраста [Розенберг, Коломыц, 1995].

Территория республики в целом характеризуется сравнительно небольшими величинами модулей подземного стока – 0,4-1,5 л/с·км². Доля подземного питания, по данным "Гидрометрической оценки подземного питания рек междуречья Мокши, Суры и Алатыря" [1986], составляет от 12 до 40 %, по данным ГГИ [Ресурсы..., 1973], – 15- 30 %. По последним исследованиям, в среднем слой подземного стока по республике равен 30 мм, в бассейне Мокши – 24 мм, Суры – 48, Алатыря – 21 мм. На подземный сток расходуется только 2-5 % атмосферных осадков [Разработка концепции..., 1993].

Режим подземного стока в реки зависит от уровня грунтовых вод. Согласно данным А. А. Коноплянцева и С. М. Семенова [1974], республика находится в области с сезонным устойчивым промерзанием зоны аэрации, с типом сезонного питания грунтовых вод. Оно в основном наблюдается весной

и осенью, и как следствие этого отмечаются весенний и осенний максимумы их уровня и предвесенний и летне-осенний минимумы.

Подземный сток в отличие от поверхностного более равномерен внутри года. Так, за весну проходит 30-40 % стока, в летне-осенний период -30-50 и зимой – 20-30 % [Разработка концепции..., 1993].

Сток по поверхности почвы и сток верховодки. Отсутствие водно-балансовых станций в республике, оснащенных современными лизиметрическими установками, экспериментальных стоковых площадок не позволяет с требуемой достоверностью определить доли стока по поверхности и стока верховодки. О их величине можно судить только по косвенным способам оценки.

Поверхностный сток наблюдается преимущественно весной. Летом он формируется в гидрографической сети почти исключительно после интенсивных ливней. На залесенных водосборах поверхностный сток почти отсутствует. Сток верховодки отмечается в основном весной, главным образом в лесных массивах. На безлесных склонах весной сток почти исключительно поверхностный. Весенний поверхностный сток с пахотных земель оценен для территории республики в 60-80 мм. На основании косвенных методов исследований можно сделать заключение, что на долю стока по поверхности почвы приходится 55-60 % годового речного стока, в 5-10 % оценивается сток верховодки [Разработка концепции..., 1993].

Валовое увлажнение территории и инфильтрация. Валовое увлажнение территории определяется по разнице осадков и поверхностной составляющей речного стока. Как уже отмечалось, величина среднегодовых осадков в республике оценивается в 620 мм. Учитывая, что доля подземной составляющей в среднем по основным рекам республики достигает 30 % [Розенберг, Коломыц, 1995], доля поверхностной составляющей будет равна 81 мм. С учетом того что в эту величину включается и сток верховодки, реально годовую инфильтрацию, или валовое увлажнение почвы, можно оценить в 539 мм.

Вследствие того что территория республики периодически испытывает засухи и для сельского хозяйства важна часть влаги, которая фиксируется в почве, необходимо оценить ее величину. Согласно данным последних агроклиматических справочников, наибольшие запасы влаги в почве наблюдаются к концу снеготаяния. Их величина в зависимости от механического состава почв равна 100-150 мм на супесчаных почвах и 175-200 мм на суглинистых. К середине лета (июль) запасы влаги уменьшаются и изменяются по территории республики от 45 до 105 мм в метровом слое, что составляет 15-30 % от наименьшей влагоемкости почвы. При таких запасах влаги сельскохозяйственные культуры испытывают ее острый недостаток и нуждаются в искусственном орошении. Вышесказанное подтверждается и значением гидротермического коэффициента (ГТК): для республики среднее его значение 1,6-1,7. За период наблюдений (1932-1966) избыточное увлажнение (ГТК больше 2) не отмечено ни разу. Засушливые условия (ГТК меньше 1) довольно часты – 4-5 раз в 10 лет.

Испарение. Согласно данным, приводимым в "Ресурсах поверхностных вод СССР" [1973], средняя многолетняя величина испарения для территории Мордовии оценивается в 494-540 мм. Величина максимально возможного испарения (испаряемость) достигает приблизительно 700 мм (табл. 22).

Во внутригодовом распределении испарения наибольшая доля (около 70 %) приходится на летне-осенний период, наименьшая – на зиму. На долю

транспирации остается лишь 30-40 % годового испарения [Разработка концепции..., 1993]. В лесу эта цифра существенно выше.

Таблица 22

Нормы испарения с водной поверхности

Пункт	IV	V	VI	VII	VIII	X	X	XI	За сезон
Алатырь	19	134	166	139	123	87	47	12	727
Темников	13	140	168	146	114	75	50	12	718

Водный баланс. Рассмотрев составляющие водного баланса, необходимо привести результаты расчетов среднего многолетнего баланса (по его элементам) в целом для республики (табл. 23).

Таблица 23

Среднегодовой многолетний водный баланс Мордовии

Осадки (P)		Полный речной сток (R)		Поверхностный сток (S)		Подземная составляющая (U)		Испарение (E)		Валовое Увлажнение (W)		Коэфф. R/P	Доля подземного стока (U/R), %
мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³		
620	16,6	111	2,90	81	2,12	30	0,78	509	13,3	539	14,1	0,18	27

В целях сохранности поверхностных вод при их использовании в промышленности и сельском хозяйстве необходимо строго соблюдать водное и экономическое законодательство для уменьшения техногенных нагрузок на речной сток.

5.2. Ресурсы питьевых подземных вод

Ресурсы питьевых подземных вод – количество воды, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями. Эта величина выражается в значениях модуля эксплуатационных запасов – объем (расход) подземного стока в единицу времени с единицы площади подземного водосбора (л/с·км² или м³/с·км²).

Территория Республики Мордовия расположена в пределах двух артезианских бассейнов: Волго-Сурского и Приволжско-Хоперского. Потенциальные запасы подземных вод определены в количестве 2 427,9 тыс. м³/сут. Эксплуатационные запасы рассчитаны по пермско-каменноугольному горизонту, нижнесызранско-верхнемеловому комплексу и четвертичному горизонту.

Основные эксплуатационные запасы сосредоточены в пермско-каменноугольном водоносном горизонте – 2 409,7 тыс. м³/сут, из них пресных – 2 112,3, слабоминерализованных (от 1,0 до 1,5 г/л) – 198,9, с минерализацией от 1,5 до 3,0 г/л – 98,5 тыс. м³/сут (табл. 24). Эксплуатационные запасы нижнесызранско-верхнемелового водоносного комплекса рассчитаны по суммарной величине родникового стока и составляют 7,7 тыс. м³/сут. Величина естественных ресурсов, не участвующих в формировании эксплуатационных запасов, – 184,3 тыс. м³/сут. Перспективная площадь эксплуатационных запасов четвертичного водоносного горизонта расположена в левобережной части

долины нижнего течения р. Алатырь (район г. Ардатова). Запасы подземных вод оценены в объеме 10,5 тыс. м³/сут.

Таблица 24

Распределение расчетных запасов подземных вод по административным районам

Район	Прогнозные эксплуатационные запасы, тыс. м ³ /сут						
	всего по району	пермско-каменноугольного водоносного горизонта				нижнесызранско-верхнемелового водоносного комплекса (родниковый сток)	четвертичного водоносного горизонта
		всего	по минерализации, г/дм ³				
			до 1	1-1,5	1,5-3		
Ардатовский	65,3	54,8	7,4	-	47,4	-	9,0
Атюрьевский	147,2	147,2	147,2	-	-	-	-
Атяшевский	48,6	47,3	29,6	17,7	-	1,3	-
Большеберезниковский	79,2	77,9	-	46,3	31,6	1,3	-
Большеигнатовский	18,6	18,6	2,6	1,2	14,8	-	-
Дубенский	59,3	58,0	-	58,0	-	1,3	-
Ельниковский	148,6	148,6	148,6	-	-	-	-
Зубово-Полянский	382,7	382,7	382,7	-	-	-	-
Инсарский	64,2	64,2	64,2	-	-	-	-
Ичалковский	79,0	79,0	67,2	7,1	4,7	-	-
Кадошкинский	41,1	41,1	41,1	-	-	-	-
Ковылкинский	151,1	151,1	151,1	-	-	-	-
Кочуровский	51,7	50,4	26,7	23,7	-	1,3	-
Краснослободский	129,3	129,3	129,3	-	-	-	-
Лямбирский	40,8	39,6	25,5	14,1	-	1,2	-
Ромодановский	36,4	36,4	33,9	2,5	-	-	-
Рузаевский	53,8	53,8	51,0	2,8	-	-	-
Старошайговский	76,5	76,5	76,5	-	-	-	-
Темниковский	327,6	327,6	327,6	-	-	-	-
Теньгушевский	180,4	180,4	180,4	-	-	-	-
Торбеевский	196,7	196,7	196,7	-	-	-	-
Чамзинский	40,0	38,7	14,5	24,2	-	1,3	-
г.Саранск	9,8	9,8	8,5	1,3	-	-	-
Всего по РМ	2426,8	2409,7	2112,3	198,9	98,5	7,7	9,0

Для водоснабжения конкретных водопотребителей на территории республики определены эксплуатационные запасы по 15 участкам, 8 из которых предназначены для водообеспечения Саранско-Рузаевского промышленного узла, а остальные – для развития централизованных систем водоснабжения городов Ковылкино, Краснослободск, Ардатов и рп. Торбеево. Объем утвержденных эксплуатационных запасов в целом составляет 423,1 тыс. м³/сут, в том числе подготовленных для промышленного освоения – 273,0 тыс. м³/сут.

На территории республики эксплуатируются Саранское и Ардатовское месторождения подземных вод. Кроме того, в пределы Мордовии частично входит южное окончание Южно-Горьковского месторождения. Основными водопотребителями на Саранском месторождении являются города Саранск и Рузаевка (табл. 25).

Таблица 25

**Использование Саранского месторождения подземных вод
для водоснабжения Саранско-Рузаевского промышленного узла**

Наименование месторождения	Утвержденные запасы, тыс. м ³ /сут		Водоотбор в 1998 г., тыс. м ³ /сут		Качество воды (загрязн. вещества и тенденция изменения)	Защищенность	Наличие и состояние зоны санитарной охраны (ЗСО)	Водопользователь
	все-го	для пром. осво-ен.	всего	на хоз. нуж-ды				
Водоснабжение г. Саранска								
Уч-к ОАО "Резинотехника"	24,0	24,0	3,87	1,59	Увелич. жесткость, минерализация, повыш. содержание железа	Условно защищенные	Имеются, соблюдаются	ОАО "Резинотехника", МП "Саранскгорводоканал"
Уч-к "Водозабор г. Саранска"	42,0	42,0	62,62	7,73	Увелич. жесткость, минерализация, повыш. содержание железа	Условно защищенные	У 30 % не выдержаны ЗСО первого пояса	МП "Саранскгорводоканал" и предприятия г.Саранска
Уч-к "Пензятский"	62,0	62,0	69,11	63,88	Увелич. жесткость, минерализация, повыш. содержание железа	Условно защищенные	Имеются, соблюдаются	МП "Саранскгорводоканал"
Уч-к "Руднинский"	32,0	27,0	30,78	28,05	Соответствует стандартам	Условно защищенные	Имеются, соблюдаются	МП "Саранскгорводоканал"
Уч-к "Сивинский"	60,0	40,0	Промышленно не эксплуатируется					
Уч-к "Вертилимский"	60,0	12,5	Промышленно не эксплуатируется					
Водоснабжение г. Рузаевка								
Уч-к "Рузаевский городской"	8,0	8,0	7,68	6,48	Увеличена минерализация	Условно защищенные	У 30 % не выдержаны ЗСО первого пояса	Предприятия г. Рузаевки, Рузаевское МП ЖКХ
Уч-к "Пишлинский"	41,0	33,0	9,41	5,40	Соответствует стандартам	Условно защищенные	Имеются, соблюдаются	Предприятия г. Рузаевки, Рузаевское МП ЖКХ

В состав Саранского месторождения входят 13 участков, из них 7 обустроены действующими водозаборами, в том числе 4 водозабора предназначены для водоснабжения г. Саранска, 2 – для водообеспечения г. Рузаевки и 1 – г. Ковылкино. Для улучшения водоснабжения столицы республики разведаны Сивинский и Вертилимский перспективные участки, г. Ковылкино – Калиновский, рп. Торбеево – Слоимский, г. Краснослободска – Желтоноговский, г. Ардатова – Киржеманский участки (табл. 26).

Таблица 26

Участки, входящие в состав Саранского месторождения подземных вод

Наименование участка	Утвержденные эксплуатационные запасы, тыс. м ³ /сут				
	Кем, когда, № протокола	По категориям			Всего
		А	В	С	
I. Участки с запасами подземных вод, утвержденных ГКЗ и ТКЗ					
Завода "Резинотехника"	ГКЗ СССР 01.08.64, 4379	16,0	8,0	-	24,0
Саранский городской	ГКЗ СССР 29.10.60, 3190	42,0	-	-	42,0
Пензятский	ГКЗ СССР 01.08.64, 4379	24,0	38,0	-	62,0
Руднинский	ГКЗ СССР 22.09.67, 5233	-	27,0	5,0	32,0
Рузаевский городской	ГКЗ СССР 22.09.67, 4379	8,0	-	-	8,0
Пишлинский	ГКЗ СССР 22.09.67, 5233	10,0	23,0	8,0	41,0
Сивинский	ГКЗ СССР 23.12.87, 10327	12,5	27,5	20,0	60,0
Вертилимский	ГКЗ СССР 23.12.87, 10327	-	12,5	47,5	60,0
Калиновский	ТКЗ СВГРЭ 06.12.90, 563	5,0	7,5	2,5	15,0
Желтоноговский	ТКЗ СВГРЭ 01.02.89, 510	9,0	3,0	3,0	15,0
II. Участки с запасами подземных вод, апробированными на НТС					
Ковылкинский городской	НТС СВГРЭ 12.06.80, 77	-	-	12,0	12,0
Слоимский	НТС СВГРЭ 28.12.83, 184	-	-	16,1	16,1
Киржеманский	НТС СВГРЭ 15.09.78, 106	-	-	25,0	25,0
Итого		126,5	146,5	139,1	412,1

Разведка Саранского месторождения была начата в 1958 г. с целью водообеспечения завода "Резинотехника" и г. Саранска, а затем всей Саранско-Рузаевской агломерации. Месторождение имеет площадь около 10 тыс. км² и занимает территорию, ограниченную реками Мокша, Уркат, Алатырь, Сура и Исса. Его естественные ресурсы составляют 550 тыс. м³/сут. Они обеспечиваются потенциальными эксплуатационными ресурсами в объеме 549,8 тыс. м³/сут и перспективными эксплуатационными запасами в объеме 534,5 тыс. м³/сут. Общие эксплуатационные запасы Саранского месторождения – 412,1 тыс. м³/сут, из них для промышленного освоения утвержден объем 273,0 тыс. м³/сут.

Основной эксплуатационный водоносный горизонт распространен в карбонатно-трещиноватых известняках и доломитах средне- и верхнекаменноугольных отложений. Месторождение относится к Волжскому бассейну регионального стока пластовых безнапорно-субнапорных вод. Области питания созданы Алатырским, Иссинским, Сивинским и Ладским поднятиями, частичная разгрузка вод осуществляется активно-трещиноватой зоной Инсарской

флексуры. Эксплуатационные запасы месторождения формируются в основном за счет естественных запасов.

Ардатовское месторождение подземных вод разведано с целью водоснабжения г. Ардатов и рп. Тургенево, заявленная водопотребность которых 6 тыс. м³/сут (2010 г.). Для решения этой задачи производились поиски подземных вод на Ардатовском и Краснополянском участках. Общие эксплуатационные запасы по ним оценены в 11,0 тыс. м³/сут.

Ардатовский участок расположен в левобережной пойме Алатыря. На стадии поисков изучался современный аллювиальный водоносный горизонт. Воды пресные, с минерализацией 0,16-0,53 г/дм³. Основные показатели качества отвечают требованиям СанПиН, за исключением общего железа, содержание которого достигает 8,0-14,5 мг/дм³.

Предварительно установлена возможность устройства инфильтрационного водозабора на р. Алатырь с прогнозной производительностью 5 тыс. м³/сут. Водозабор рекомендуется из 17 скважин, расположенных на расстоянии около 100 м друг от друга, глубиной 30-35 м с нагрузкой на каждую по 300 м³/сут. Водоносный горизонт залегает первым от поверхности и почти не защищен от загрязнения. Кроме того, при размещении водозабора вблизи русла Алатыря возможен приток к скважинам загрязненных поверхностных вод.

На Краснополянском участке, расположенном на правобережном склоне долины р. Песчанка (левого притока Алатыря), в 1992-1993 годах исследованы 2 водоносных горизонта: четвертичный и волжско-валанджинский. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет поверхностных вод Песчанки и инфильтрации атмосферных осадков. Подземные воды обоих водоносных горизонтов пресные, с минерализацией 0,13-0,21 г/дм³ и общей жесткостью 0,9-3,1 ммоль/дм³. Качество подземных вод по основным показателям соответствует требованиям СанПиНа, за исключением общего железа и марганца. Прогнозные эксплуатационные запасы подземных вод по четвертичному водоносному горизонту предварительно оценены в 4 тыс. м³/сут, по волжско-валанджинскому – в 2 тыс. м³/сут. Использование подземных вод рекомендуется после предварительной подготовки – очистки от марганца и железа.

Для перспективного хозяйственного освоения вод пермско-каменноугольного водоносного горизонта необходимо выделить следующие площади.

1. С минимальными значениями модуля эксплуатационных запасов (менее 0,5 л/с·км²) – восточная Мордовия. В этом регионе возможно удовлетворение потребности в воде питьевого качества мелких потребителей с предварительной очисткой извлекаемых вод. Рекомендуется создание децентрализованных технологических схем водоснабжения из разных горизонтов.

2. С модулями эксплуатационных запасов от 0,5 до 1,0 л/с·км². Для этой площади характерны значительные изменения качественного состава вод в процессе работы водозаборных сооружений. Возможно удовлетворение потребности в воде питьевого качества небольших потребителей с ее предварительной очисткой. Данная площадь расположена на юго-западе, юге Мордовии и охватывает долину Инсара в верхнем и нижнем течениях, а также бассейны Аморды, Нуи, Алатыря.

3. С модулями эксплуатационных запасов от 1,0 до 2,0 л/с·км² – Мокша-Вадское, Мокша-Сивинское, Сивинско-Инсарское междуречья и бассейн верхнего течения Алатыря. В пределах данной территории возможно удовлетворение потребности в воде питьевого качества крупных потребителей. Ре-

комендуется создание централизованных технологических схем водоснабжения.

4. С модулями эксплуатационных запасов более $2,0 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ – северо-западная часть Мордовии. В пределах этого района возможно удовлетворение потребности в воде питьевого качества крупных потребителей.

5.3. Минеральные и промышленные подземные воды

Планомерного изучения минеральных и промышленных вод на территории Мордовии не производилось. В трех районах республики разведаны и подсчитаны эксплуатационные запасы подземных минеральных вод.

Минеральные воды. На территории Республики Мордовия на 1 января 1999 г. эксплуатируются 5 участков минеральных вод различных типов (табл. 27).

Питьевые лечебно-столовые минеральные воды, предназначенные для лечения органов пищеварения, извлекаются на 3 участках: Саранском, Ковылкинском и Яснополянском. Эксплуатационные запасы по первым двум участкам утверждены ТКЗ в объеме $451,6 \text{ м}^3/\text{сут}$, в том числе по категориям А+В – $35 \text{ м}^3/\text{сут}$. Фактический отбор питьевых лечебно-столовых минеральных вод в 1998 г. составил около $5 \text{ м}^3/\text{сут}$ (1,1% от разведанных запасов). По Яснополянскому участку эти запасы не утверждались. При проведении опытной откачки из артезианской скважины № 1/90 получен дебит $43,2 \text{ м}^3/\text{сут}$ при понижении уровня на 2,2 м.

Минеральные лечебные воды, относящиеся к бальнеологической группе бромных хлоридно-натриевых вод, вскрыты на 2 участках: Саранском и Яснополянском. Они применяются в бальнеотерапии в виде ванн, лечебных душей и бассейнов для лечения широкого круга болезней сердечно-сосудистой, нервной, костно-мышечной систем и хронических гинекологических заболеваний.

На Саранском участке эксплуатационные запасы бальнеологических минеральных вод утверждены в 1985 г. ГКЗ по категориям А+В в объеме $122 \text{ м}^3/\text{сут}$, а используется всего $1-2 \text{ м}^3/\text{сут}$. На Яснополянском участке в скважине № 2/90 с глубины 166-800 м было получено $51,8 \text{ м}^3/\text{сут}$ минеральной воды с минерализацией $155-165 \text{ г/дм}^3$ при понижении уровня на 7,25 м. Содержание лечебного брома в ней достигает 519 мг/дм^3 . Яснополянский участок не эксплуатируется.

Сведения по бальнеологическим минеральным водам приведены в табл. 28.

Потенциальные эксплуатационные ресурсы минеральных вод. Подземные питьевые лечебно-столовые минеральные воды на территории Республики Мордовия приурочены к отложениям среднего и нижнего карбона и верхнего девона. Водосодержащие породы имеют повсеместное распространение, их суммарная мощность достигает 100-150 м. Коэффициент фильтрации изменяется от 0,8 до $2,5 \text{ м/сут}$. По ориентировочной оценке, потенциальные эксплуатационные запасы лечебно-столовых минеральных вод составляют не менее 5 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$.

Подземные минеральные воды бальнеологического состава приурочены к отложениям среднего и частично верхнего девона, которые также имеют повсеместное распространение по территории Республики Мордовия. Мощность водосодержащих терригенных и карбонатных пород достигает 200 м. Коэф-

фициент фильтрации не превышает 0,05-0,1 м/сут. Потенциальные эксплуатационные запасы подземных минеральных вод бальнеологического состава превышают 2 тыс. м³/сут.

Промышленные воды на территории Мордовии не разведывались, но их наличие зафиксировано при изучении в 50-х гг. нефтегазоносности девонских пород, а затем при бурении разведочно-эксплуатационных скважин на бальнеологические минеральные воды, в последние годы – при проведении поискового бурения на западе Мордовии, в пределах Zubovo-Полянского и Беднодемьяновского структурных поднятий, с целью изучения возможности строительства подземного хранилища газа.

При проведении этих работ глубокими скважинами (1,0-1,5 км) вскрывались и опробовались гидрогеологическими откачками подземные воды, приуроченные к верхне- и среднедевонским отложениям, а также к породам верхнего протерозоя.

Из редких элементов в подземных водах встречены бром, бор, иод, стронций и литий. Концентрация четырех последних ниже норм отнесения их к промышленным. Заслуживает внимания высокое содержание в подземных водах брома. Концентрация этого элемента варьирует от 400 до 800 мг/дм³ при норме отнесения к промышленной 200 мг/дм³. Подземные воды девона и протерозоя характеризуются высокой минерализацией. Количество солей в воде колеблется в пределах 152-197 г/дм³.

Таким образом, подземные воды девона и протерозоя могут быть рекомендованы к эксплуатации с целью промышленного извлечения брома. Кроме того, рассолы представляют интерес как компонент противогололедной обработки дорожного полотна взамен соли, ввозимой в республику из других регионов России.

Ориентировочно эксплуатационные запасы подземных вод, пригодных для промышленного извлечения брома, составляют около 1 тыс. м³/сут. При этом из одной скважины можно получить 200-250 м³/сут рассола, обогащенного бромом. Использование рассолов в настоящее время возможно из существующих скважин в г. Саранске (АО "Водогрязелечебница"), п. Ясная Поляна (база отдыха в Zubovo-Полянском районе), с. Лопатино Торбеевского района (скв. 3 Подмосковной экспедиции).

Таблица 27

Разведанные эксплуатационные запасы и добыча подземных минеральных вод

Название участка, его положение	Номер скважины, ее глубина, водовмещающие породы и их возраст	Назначение	Общая минерализация, г/дм ³ , тип воды	Количество воды, полученное при испытании, м ³ /сут	Утвержденные эксплуатационные запасы, м ³ /сут		Инстанция утверждающая запасы, дата, номер протокола	Водопотребитель	Год начала эксплуатации	Расчетный срок эксплуатации, лет	Водоотбор на 1 января 1999 г., м ³ /сут
					всего	в т.ч. по категориям А+В					
Саранское месторождение											
Саранский, юго-западная окраина г. Саранска	Скв. 2м, глуб. 396,2 м, доломиты, С ₃ ks	Питьевая лечебно-столовая	5,6-6,1, Ергенинский	177,9	30	30	ТКЗ ПГО Центргеология, 31.08.87, 468	АО "Водогрязелечебница"	1991	50	2,2-3,0
Саранский, юго-западная окраина г. Саранска	Скв. 68280, глуб. 1020 м, песчаники, D ₃ kn	Бальнеологическая	165-180, рассолы, группа бромных хлоридных натриевых вод	172,8	122	122	ГКЗ СССР, 09.07.85, 9764	АО "Водогрязелечебница"	1992	50	1,0-2,0
Ковылкинский, в 5 км восточнее г. Ковылкино, санаторий "Мокша"	Скв. 1м, глуб. 340 м, доломиты, известники, D ₃ fm	Питьевая лечебно-столовая	7,8-8,3, Минский	421,6	421,6	5	ТКЗ ПГО Центргеология, 31.05.88, 488	АО Санаторий "Мокша"	1994	50	1,3-2,0
Зубово-Полянское месторождение											
Яснополянский, в 4 км севернее рп. Зубова Поляна, п. Ясная Поляна	Скв. 1/90, глуб. 300 м, доломиты, известняки, D ₃ dn-lb	Питьевая лечебно-столовая	5,0-5,6, группа XXVII ГОСТ 13273-88 Омская-1	43,2	Не утверждены	-	Запасы не утверждались	Санаторий "Ясная Поляна"	-	-	Нет сведений
Яснополянский, в 4 км севернее рп. Зубова Поляна, п. Ясная Поляна	Скв. 2/90, глуб. 300 м, доломиты, известняки, мергели, D ₃ kn-ps	Бальнеологическая	155-165, рассолы, группа бромных хлоридных кальциево-натриевых вод	51,8	Не утверждены	-	Запасы не утверждались	Санаторий "Ясная Поляна"	-	-	Не эксплуатируется

Содержание редких компонентов в промышленных водах

Но- мер сква- жины	Год буре- ния	Местоположение скважины	Глубина опробова- ния, м	Воз- раст пород	Дебит, м³/сут	Пони- же- ние, м	Стати- ческий уро- вень, м	Мине- рали- зация воды, г/дм³	Формула со- левого соста- ва	Концентрация в воде редких элементов, мг/дм³				
										бром	бор	йод	строн- ций	ли- тий
P-1	1948	с. Исса, Пензенская область	803-820	D ₃ f	-	-	-	152	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 66\ Ca\ 24}$	500	-	-	-	-
P-1	1949	с. Чекашевы Поляны, Ковылкинский р-н	630-650	D ₃ f	-	-	-	157,2	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 68\ Ca\ 22}$	480	-	-	-	-
P-1	1949	с. Чекашевы Поляны, Ковылкинский р-н	932-954	D ₂ zv	-	-	-	165,2	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 68\ Ca\ 22}$	560	-	-	-	-
P-1	1950	рп. Зубова Поляна	833-903	D ₂ zv	-	-	-	174,3	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 70\ Ca\ 21}$	800	-	-	-	-
P-1	1950	рп. Зубова Поляна	1 033	D ₂ ef	-	-	-	172,5	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 64\ Ca\ 26}$	800	-	-	-	-
P-1	1950	рп. Зубова Поляна	1 480	PR ₃	-	-	-	156,5	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 43\ Ca\ 33}$	800	-	-	-	-
C-1	1958	с. Бол. Пестровка, Ичалковский р-н	1 053	D ₃ f	-	-	-	155,0	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 68\ Ca\ 20}$	400	-	-	-	-
1/83	1984	г. Саранск	910-960	D ₃ f	172,8	32,3	128,7	175,8	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 68\ Ca\ 21}$	526	8,5	2,4	25,0	4,5
2/90	1990	п. Ясная Поляна, Зубово-Полянский р-н	610-800	D ₃ f	51,8	7,25	77,0	164,0	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 71\ Ca\ 19}$	519	5,8	0,4	250	4,5
C-3	1994	с. Лопатино, Торбеевский р-н	715-735	D ₃ f	164,99	5,27	92,8	160,6	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 71\ Ca\ 19}$	286	-	-	-	-
C-3	1994	с. Лопатино, Торбеевский р-н	1 025-1 043	D ₂ ef	17,7- 101,6	43,4- 44,7	124,5- 131,6	194,0	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 61\ Ca\ 27}$	224	9,0	4,2	-	-
C-3	1994	с. Лопатино, Торбеевский р-н	1 210-1 273	PR ₃ vdn	247,5	21,2	113,2	197,0	$\frac{Cl\ 99}{Na\ 61\ Ca\ 27}$	759	10,2	-	-	-

Примечание. Подземные воды считаются промышленными, если содержание брома в них более 200 мг/дм³, бора – 250 мг/дм³, йода – 18 мг/дм³, стронция – 250 мг/дм³, лития – 10 мг/дм³.

6. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МОРДОВИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

6.1. Гидрологическое районирование

Реки Верхне-Волжского района отличаются неравномерностью стока в течение года. Его распределение подчиняется закону географической зональности, однако влияние местных аazonальных факторов нарушает эту закономерность. По характеру внутригодового режима стока, а также по изменению сроков календарных сезонов [Владимиров, 1976] Верхне-Волжский регион разделен на пять районов [Ресурсы..., 1973]. Республика Мордовия занимает V (юго-восточный), который объединяет бассейны рек Мокши и Суры.

По характеристике внутригодового стока и, как следствие, степени его естественной зарегулированности, связанной с гидрологическими особенностями, исследуемая территория разделена на два подрайона – Vа и Vб (рис. 24).



Р и с . 24 . Гидрологические подрайоны:
Vа – Мокшинский; Vб – Сурский

Реки подрайона Va (бассейна Мокши и Алатыря) отличаются наименьшей естественной зарегулированностью стока: на долю весеннего приходится 85 % годового стока, летне-осеннего – 10, зимнего – 5 %. Реки подрайона Vб (большая часть бассейна Суры) характеризуются более равномерным режимом стока: весенний составляет 70 %, летне-осенний – 22, зимний – 8 % [Ресурсы..., 1973].

Показателем степени естественной зарегулированности стока является коэффициент естественной зарегулированности – ϕ , численно характеризующий долю устойчивого (базисного) стока в годовом его объеме, выраженный в долях от единицы:

$$\phi = \int_0^1 p dk,$$

где p – обеспеченность в долях от единицы; k – модульный коэффициент.

Коэффициент ϕ изменяется по географическим зонам, т.е. его величина зависит от зональных ландшафтных условий. Так, для лесной зоны он равен 0,4-0,85, а для зоны лесостепи – 0,4-0,5 [Соколовский, 1968], что указывает на увеличение неравномерности внутригодового распределения стока при переходе от одной зоны к другой.

Для рассматриваемой территории значение коэффициента естественной зарегулированности стока зависит и от азональных факторов (геологические, гидрогеологические, почвенные условия, степень лесистости, размер водосбора). Особенно четко эта зависимость проявляется по отношению к площади водосбора: коэффициент ϕ растет при ее увеличении (табл. 29) [Ресурсы..., 1973].

Таблица 29

**Коэффициенты внутригодовой зарегулированности стока,
характерные для территории Республики Мордовия**

Район	Подрайон	Коэффициент ϕ в зависимости от площади водосбора, км ²							
		100	200	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
V	Va	0,25	0,27	0,30	0,32	0,33	0,36	0,37	0,39
	Vб	-	-	-	0,36	0,41	0,46	0,5	0,55

Реки республики характеризуются наименьшей естественной зарегулированностью ($\phi < 0,6$), из них на реках бассейна Суры режим стока более равномерен.

Приведенное гидрологическое районирование изучаемой территории по внутригодовому распределению стока позволяет в практической деятельности учесть азональные факторы, которые влияют на естественную зарегулированность и перераспределение стока во времени.

6.2. Гидрогеохимическая и гидрогеодинамическая зональность

Гидрогеохимическая и гидрогеодинамическая зональность подземных вод на территории Мордовии определяется наличием крупных положительных

тектонический структур как в фундаменте, так и в осадочном чехле, определяющих приподнятое залегание мощной водопрводящей толщи карбонатных (известняков, доломитов) пород пермско-каменноугольного возраста, что служит причиной интенсивного глубокого проникновения метеорных вод. В результате этого сформировалась региональная область питания артезианских бассейнов.

При погружении водоносных горизонтов в гидрокарбонатном солевом составе вод растет содержание сульфатов. При еще большем их углублении увеличивается содержание хлоридов. Такая динамика химического состава, выражающаяся в закономерной смене его типов как по вертикальному разрезу осадочной толщи, так и по простираию потока подземных вод, отражает изменение гидрогеодинамических условий. Следовательно, гидрогеохимическая характеристика подземных потоков может служить показателем для выделения гидрогеодинамических зон.

На юго-западе, западе и востоке республики, в областях отрицательных тектонических структур (прогибов), созданы условия для латерального глубокого оттока артезианских вод. В пределах этой зоны карбонатные каменноугольные отложения перекрываются терригенными юрскими. Подземные воды приобретают напор, высота которого увеличивается по мере падения кровли карбонатных пород.

Погружаясь, радиально расходящиеся потоки глубокого подземного стока переходят из областей питания в область замедленного водообмена, что резко сказывается на минерализации и химическом составе подземных вод. Восточнее и юго-восточнее р. Инсар отмечается резкое погружение кровли каменноугольных отложений, увеличивается напор, формируется застойный режим, приводящий к ухудшению качества подземных вод.

Перекрывающая толща мезо-кайнозойских отложений, представленная верхнеюрскими, нижнемеловыми, неогеновыми водосодержащими образованиями в центральной, западной и северо-восточной Мордовии, залегает выше регионального базиса эрозии, поэтому их водный баланс в значительной мере регулируется гидросетью. Кроме того, существенная часть их ресурсов уходит на питание водоносного комплекса средне- и верхнекаменноугольных отложений.

На формирование гидрогеологических условий западной части республики значительное влияние оказывают древние (дочетвертичные) долины, в пределах которых наблюдается взаимосвязь подземных вод четвертичных, меловых, юрских и каменноугольных отложений и происходит их частичная разгрузка. Особенно отчетливо это проявляется в долине р. Вад, где в неогеновое время образовались крупные палеодолины,

В междуречьях Мокши и Алатыря, а также Алатыря и Сивини, на отдельных участках долины р. Иссы развитие гидрогеодинамических и гидрогеохимических процессов определяется распространением карстующихся пород пермско-каменноугольного возраста, обуславливающих высокую гидравлическую связь поверхностных и подземных вод. Вскрытые руслами рек близкозалегающие подземные воды нижеказанских, ассельских, средне- и верхнекаменноугольных отложений создают условия для частичной разгрузки подземных вод.

Благоприятные условия для поглощения атмосферных осадков и поверхностных вод существуют также в области распространения карбонатных и кремнисто-карбонатных пород палеогенового и верхнемелового возраста в юго-восточной и южной Мордовии. Сильно расчлененный кремнисто-

карбонатный массив верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений представляет область активного родникового стока междуречья Суры и Инсара.

Судя по характеру распределения песчано-глинистых фаций в толще мезо-кайнозойских отложений можно полагать, что наиболее интенсивные водообмен и питание каменноугольного комплекса характерны для центральной и северной частей территории, где доминируют песчаные фации. К юго-западу и юго-востоку последние постепенно заменяются глинистыми фациями, что затрудняет вертикальную инфильтрацию подземных вод.

Из литологических особенностей, влияющих на формирование специфических гидрогеологических условий, целесообразно выделить следующие:

- кремнисто-карбонатные и карбонатные (мел, мергель, опоки, песчаники, пески, трепел, диатомиты) нижнепалеогеновые и верхнемеловые отложения содержат трещинные, поровые и карстовые воды;
- песчаные и песчано-глинистые отложения юрского, нижнемелового, неогенового и четвертичного возрастов содержат поровые подземные воды;
- карбонатные (известняки и доломиты) нижеказанские, ассельские и каменноугольные породы содержат трещинные и карстовые водные потоки;
- гипсоангидритовые сакмарские и загипсованные нижеказанские отложения, а также каменноугольные образования, включающие фторсодержащие минералы, определяют своеобразие гидрохимического состава вод – высокую жесткость и повышенное содержание фтора;
- терригенные, карбонатные и кремнисто-карбонатные отложения нижеказанского, девонского возрастов содержат минерализованные воды.

Отмеченные основные геолого-структурные, литологические и гидрогеологические особенности определили формирование в составе гидрогеологического разреза Мордовии трех гидрогеодинамических зон (ярусов) и пяти гидрогеохимических зон.

По степени водообмена выделяются: зона свободного водообмена (интенсивного подземного стока), зона затрудненного водообмена (замедленного подземного стока), зона весьма затрудненного водообмена (весьма замедленного подземного стока).

С целью оптимизации выделения вертикальных гидрогеодинамических зон необходимо рассмотреть особенности свойств гидрогеохимических зон до начала активной эксплуатации водоносных горизонтов. В гидрогеологическом разрезе осадочной толщи на территории Мордовии Т. П. Афанасьев (1965) выделяет пять гидрогеохимических зон: гидрокарбонатная, сульфатная, сульфатно-хлоридная, хлоридная, натриево-кальциевая.

Зона свободного водообмена. В пределах зоны свободного водообмена сосредоточены эксплуатационные запасы подземных вод, которые играют наибольшую роль в формировании социально-экономической структуры республики. Они подвержены прямому и косвенному интенсивному антропогенному воздействию.

В верхних водоносных горизонтах, связанных с песчано-глинистыми отложениями юрского, мелового (за исключением территории, расположенной в междуречье Суры и Инсара), палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, на всей территории республики распространены гидрокарбонатные воды, в основном пресные или с малой минерализацией. Это гидрогеодинамически наиболее активная зона, где накопление большей части хлоридов и сульфатов незначительно. Она представляет собой область свободного гравитационного стока верхнего яруса зоны свободного водообмена. В ее пределах интенсивный подземный сток формируется главным образом под влиянием дре-

нирующего воздействия местной гидрографической сети. Общее его направление согласуется с уклонами рельефа местности. Нижняя граница зоны условно совпадает с поверхностью базиса эрозии речной сети или кровлей слоев отложений тех же возрастов, имеющих низкие коэффициенты фильтрации.

В состав зоны гравитационного стока входит область фильтрации грунтовых вод (зона А) и область фильтрации проточных безнапорно-субнапорных межпластовых вод междуречных пространств (зона Б).

В область грунтовых вод входят водоносные горизонты, распространенные преимущественно в четвертичных отложениях, среди которых наибольшей обводненностью обладают аллювиальные и водно-ледниковые слои. За нижнюю границу зоны А принимается водоупорное ложе грунтового водного потока или бассейна. Отличительной чертой грунтовых вод является безнапорный характер. Питание водоносных горизонтов осуществляется по всей площади их распространения или за счет притока вод из нижележащих горизонтов в местах их разгрузки.

Область распространения проточных межпластовых вод междуречных пространств охватывает водоносные горизонты (комплексы), распространенные в неогеновых, палеогеновых, а также меловых и юрских отложениях (за исключением междуречья Суры и Инсара).

Нижним гидрогеодинамическим ярусом в пределах зоны свободного водообмена являются потоки глубокого подземного стока, участвующие в формировании пластовой зональности (зона В). Эта зона на территории Мордовии формируется потоками вод в нижнеказанских, ассельских, сакмарских, средне- и верхнекаменноугольных отложениях, а восточнее долины Инсара – в юрских и нижнемеловых горизонтах.

Ниже описание зоны свободного водообмена осуществляется в зависимости от территориальных изменений геолого-гидрогеодинамических и гидрогеохимических особенностей отдельных районов территории республики. При этом учитывается, что гидродинамика и гидрохимия зоны свободного гравитационного стока (зоны А и Б) имеют своеобразный локальный характер, не оказывающий существенного влияния на районирование по условиям формирования глубокого подземного стока.

Западный и центральный район оценивается как область наибольшей мощности зоны свободного водообмена с пресными гидрокарбонатными водами. Он приурочен к центральным возвышенным областям Алатырского и Сурско-Мокшинского валов. В пределах большой площади между реками Инсар и Вад вследствие хорошей промытости отложений пресные гидрокарбонатные воды, свидетельствующие о высокой активности водообмена и проникновении поверхностных и метеорных вод, распространены в значительной толще осадков, включая среднекаменноугольные отложения. Мощность зоны достигает 300 м. Интенсивный региональный радиально расходящийся глубокий подземный сток в основном связан с каменноугольными трещиноватыми и кавернозными известняками и доломитами. Нижняя граница зоны нами проводится по верейским глинам, являющимся региональным водоупором. На площадях, где кровля водоупора опускается ниже зоны распространения пресных вод, граница проводится по условной поверхности вод с минерализацией 1 г/дм³.

Развитие гидрокарбонатных вод определяется всем комплексом естественно-исторических условий, в состав которых входят питание, дренирование, испарение, особенности рельефа и др. Главным же фактором в формиро-

вании подтипов гидрокарбонатных вод следует считать геолого-литологическое строение территории. Оно всецело отражается как на мощности зоны, так и на составе подземных вод, создавая их различные геохимические поля.

На Сивинской и Иссинской структурах в северной и центральной частях Сурско-Мокшинского вала в средне- и верхнекаменноугольных известняках до глубины 225 м распространены гидрокарбонатные кальциевые воды, реже – кальциево-магниевые с минерализацией 0,25-0,3 г/дм³. Испытания этих водоносных горизонтов показали, что содержание гидрокарбонатов составляет 37-45 % от солевого состава. Ниже, до глубины 300 м, минерализация гидрокарбонатных вод увеличивается с сохранением до уровня 260 м гидрокарбонатного кальциевого состава и минерализации около 0,6 г/дм³; далее нарастает содержание сульфатов и хлоридов, из катионов – натрия.

В пределах Сивинской структуры на глубине 165 м воды имеют состав сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Такого же состава воды распространены под гидрокарбонатными кальциевыми в пределах г. Саранска и прилежащих районов по восточному склону Сурско-Мокшинского вала. В 14 км севернее рп. Чамзинка аналогичные воды вскрыты на глубинах 168-220 м в верхнекаменноугольных известняках.

В районах залегания известняков, доломитов, мергелей, песчаников и глин обычно образуются гидрокарбонатные кальциево-магниевые и натриевые воды малой минерализации. Малорастворимые породы распространены на обширных площадях и на большую глубину. В районах же, где присутствуют легкорастворимые минеральные соединения, в частности фторсодержащие, уже в верхних горизонтах образуются фтористые воды, при наличии соединений железа – железистые, при увеличении содержания солей кальция и магния – жесткие воды. Артезианские скважины извлекают воды, по большинству показателей отвечающие требованиям ГОСТ 1874-82 "Вода питьевая". Исключение составляют районы выходов или близкого залегания пермско-каменноугольных отложений, где вследствие интенсивной инфильтрации содержание фтора не превышает 1,0 мг/дм³, а в пределах погружения карбонатных пород, где, как следствие, увеличивается длительность выщелачивания фтора, скважинами поднимаются воды, концентрация этого элемента в которых превышает 2,0 мг/дм³. Фрагментарно подземные воды зоны свободного водообмена имеют повышенное содержание ионов железа и тенденцию к росту показателей жесткости.

В вышележащих водоносных горизонтах мезозойских и кайнозойских отложений формируется местный подземный сток, в значительной степени взаимосвязанный с физико-географическими условиями. Подземный сток зоны, являющийся составной частью баланса поверхностного стока, характеризуется значением модулей преимущественно до 3,0 л/с·км².

Северо-восточный район. Выделение района связано с присутствием в северо-восточной части республики содержащих гипс карбонатных отложений казанского и гипсоангидритовых слоев сакмарского возрастов. Наличие в пределах зоны свободного водообмена легкорастворимых минералов привело к формированию уже в верхних горизонтах осадочной толщи минерализованных сульфатных кальциевых вод.

В междуречье Пьяны и Алатыря зона свободного водообмена занимает области фильтрации четвертичных, нижнемеловых, юрских, казанских и сакмарских отложений. Основной подземный сток формируется в нижнепермских карбонатных (известняки, доломиты) породах казанского возраста, в

меньшей степени в мезо-кайнозойских терригенных песчано-глинистых отложениях.

Севернее р. Алатырь мощность зоны гидрокарбонатных вод сокращается, возникает своеобразная геохимическая обстановка в полосе шириной 20-30 км. Нижняя граница гравитационного стока (зоны А и Б) проходит по кровле глин батского яруса среднеюрского возраста.

На площадях распространения гипсоангидритовых пермских отложений сакмарского возраста зона гидрокарбонатных вод существенно отличается не только меньшей мощностью, но и химическим составом. На этой территории широко распространены гидрокарбонатно-сульфатные воды с повышенной минерализацией и высокой жесткостью. На крайнем северо-востоке, в районе Алатырского вала, мощность зоны слабоминерализованных вод изменяется от 20-30 до 75-100 м по направлению к р. Суре. Гидрокарбонатные воды приурочены здесь к юрским, меловым и четвертичным, реже казанским отложениям. Подошва зоны определяется глубиной залегания гипсоносных сакмарских пород. Однако и в пределах зоны гидрокарбонатных вод минерализация их достаточно высокая, порядка 0,7-1,0 г/дм³, и жесткость достигает 20-30 ммоль/дм³, так что название района – район жестких вод – вполне оправдано.

Зона сульфатных вод связана в основном с гипсоносными пермскими отложениями, занимающими северо-восточные районы Мордовии. Особенно обогащены гипсом и ангидритом нижнепермские отложения. При неглубоком их залегании, как, например, в районе Алатырского вала, формируются значительные объемы сульфатных кальциевых или гипсовых вод, обычно с высокой жесткостью, достигающей 28-35 ммоль/дм³.

Таким образом, в этом районе Мордовии образуется ряд разновидностей сульфатных вод с мощностью зоны от нескольких метров до 150 м. Однако во всех случаях эти воды формируются на сравнительно небольших глубинах, в условиях активного водообмена и окислительной обстановки, обеспечивающих растворение и выщелачивание сульфатов из пород. Далее к югу, на широте р. Алатырь, зона сульфатных вод прерывается в связи с выклиниванием пермских отложений, а гидрокарбонатные воды на юго-востоке территории постепенно переходят в сульфатно-хлоридные.

Восточный район. В пределах Сурско-Инсарского междуречья, южнее долины р. Алатырь, зона свободного водообмена объединяет воды, распространенные в юрских, меловых, палеогеновых и четвертичных отложениях. Погружение каменноугольных пластов в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба привело к изменению гидрогеодинамического и гидрогеохимического режимов, замедлению латеральной фильтрации, увеличению минерализации вод и изменению их солевого состава. Весьма интересны данные о составе вод верхнекаменноугольного возраста в с. Пилесе Атяшевского района, на юго-восточном склоне Алатырского вала. Здесь водовмещающие породы залегают на глубине 204 м на абсолютной отметке около нуля под песчано-глинистыми отложениями юрской и меловой систем. В 60 км западнее в долине р. Алатырь трещиноватые известняки верхнекаменноугольного возраста выходят на поверхность на абсолютной отметке около 100 м. Здесь химический состав вод претерпевает существенные изменения. Гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией 0,2-0,3 г/дм³ сменяются гидрокарбонатно-сульфатными натриевыми с минерализацией 1,0 г/дм³. Водоносный слой пересекает по склону вала всю зону гидрокарбонатных вод от кровли до подошвы.

Приведенные данные свидетельствуют о формировании на территории

восточного района в средне- и верхнекаменноугольных отложениях зоны затрудненного водообмена. Следует обратить внимание на большое содержание в водах пермско-каменноугольных отложений сульфатов и натрия, накопившихся в результате выщелачивания этих солей в основном из юрских песчано-глинистых загипсованных пород. Вместо карбонатных солей кальция и магния, характерных для области питания, здесь сформировался следующий солевой состав: хлористый натрий – 105 мг/дм³, сульфаты натрия – 597, сульфаты магния – 72, карбонаты магния – 36 и карбонаты кальция – 273 мг/дм³. Химический состав воды каменноугольных отложений делает ее малоприспособленной для потребления.

Зона затрудненного водообмена. Среднюю часть гидрогеологического разреза занимает зона затрудненного водообмена (замедленного стока). Ее формирование связано с дренирующим воздействием крупных рек, определяющих региональное направление стока. Для территории республики такими дренами являются Ока и Волга. Основные области питания зоны совпадают с наиболее поднятыми частями Токмовского свода, хотя фильтрация из выше лежащей зоны осуществляется практически по всей площади водоносных горизонтов (комплексов), участвующих в строении зоны замедленного водообмена.

Как отмечалось в описании восточного района, в пределах водоносного горизонта, развитого в каменноугольных отложениях, формируется зона затрудненного водообмена. Поэтому при общем гидрогеологическом районировании данный район необходимо выделять как самостоятельную гидрогеологическую структуру с особыми гидрогеодинамическими и гидрогеохимическими условиями. Это весьма важно и потому, что на данной территории эксплуатируется большое количество артезианских скважин, поднимающих воду, по качеству не соответствующую требованиям ГОСТ 1874-82 "Вода питьевая".

Дополнительно к сказанному в характеристике восточного района можно констатировать следующее: ниже по разрезу, в зоне сульфатно-хлоридных вод, в условиях более застойного режима, изменение состава вод каменноугольной системы идет главным образом за счет накопления хлора и натрия и относительного уменьшения сульфатов и гидрокарбонатов. Содержание карбонатов и сульфатов во многих случаях мало изменяется, но увеличение уровня хлора и натрия отражается на солевом составе воды. Во многих местах минерализация вод в среднекаменноугольных породах повышается вследствие притока более минерализованных вод из подстилающих нижнекаменноугольных горизонтов.

В водах сульфатно-хлоридной зоны присутствуют соли серной кислоты, характерные для окислительной обстановки, и соли соляной кислоты, распространенные главным образом в восстановительных условиях. Взаимное их влияние придает зоне внешне нейтральный характер, хотя оно в разных частях территории и по разрезу весьма различное и изменчивое. Это можно, в частности, проследить по содержанию в водах сероводорода как показателя восстановительной обстановки, которое в пределах зоны изменяется от 0 до 300 мг/дм³.

Южнее р. Алатырь, где выклиниваются пермские отложения, сульфатно-хлоридные воды формируются уже в юрских отложениях, представленных в основном трещиноватыми глинами, часто загипсованными, прослоями опесчаненными, а иногда и в нижнемеловых, также песчано-глинистых, отложениях. При всех условиях залегания сульфатно-хлоридные воды на юго-востоке имеют малую минерализацию (1,5-3,0 г/дм³).

По мере углубления каменноугольных отложений в химическом составе вод повышается содержание солей хлора и натрия или кальция, что приводит к образованию хлоридных натриевых или хлоридных натриево-кальциевых вод, обнаруженных в Русских Найманах Большеберезниковского района Мордовии на глубине 302-340 м в известняках верхнекаменноугольного возраста. При минерализации 1,7 г/дм³ хлориды натрия в воде составляют 0,86 и сульфаты натрия 0,36 г/дм³.

Зона затрудненного водообмена в пределах центрального района выделяется по области распространения сульфатно-хлоридных вод. В районах их усиленного разбавления верхними, обогащенными кислородом водами мощность зоны увеличивается, и глубина залегания подошвы составляет 500 м и более. К таким районам в первую очередь относятся участки глубокого размыва, т. е. центральные части Токмовского свода. Это, видимо, уже нижние горизонты зоны затрудненного (замедленного) водообмена, если учесть к тому же возможность подпитывания слабоминерализованными водами Алатырского вала.

Граница между гидрокарбонатными и сульфатно-хлоридными водами обычно весьма расплывчата, так как и те и другие слабо минерализованы и в составе их катионов преобладает натрий, особенно в прогибах.

В пределах Сурско-Мокшинского вала сульфатно-хлоридные воды приурочены большей частью к известнякам и песчаникам среднекаменноугольного возраста, а в наиболее высокой его части, в бассейнах рек Исси и Сивини, захватывают в основном доломиты и известняки фаменского яруса верхнего отдела девонской системы. Мощность зоны изменяется на этой площади от 100 до 300 м. В с. Токмово сульфатно-хлоридные воды вскрыты на глубинах 550 и 750 м и имеют минерализацию соответственно 2,7 и 3,5 г/дм³. На этих площадях в катионном составе увеличивается содержание кальция, что, несомненно, следует связывать с проникновением вод верхних горизонтов.

К зоне затрудненного водообмена нами отнесена и область потоков подземных вод, содержащих хлоридные натриевые воды и рассолы. Данный тип вод распространен в пределах всех выделенных районов, но они извлекаются эксплуатационными скважинами лишь в восточном районе, а в других вскрываются структурными скважинами на значительных глубинах. На склонах положительных структур, в сводовой части Алатырского вала, в частности на Сивинской структуре, на глубине 365 м в известняках фаменского яруса были обнаружены хлоридные воды с минерализацией 4,1 г/дм³.

Зона хлоридных натриевых вод и рассолов в отличие от перекрывающих ее сульфатной и сульфатно-хлоридной зон имеет повсеместное распространение. В осадочной толще она занимает большую часть. Геолого-структурные различия в основном отражаются на деталях химического состава и степени минерализации вод и рассолов, а также на мощности зоны.

В общем виде зона характеризуется условиями замедленного (затрудненного) водообмена с проявлениями начальной, а в нижних горизонтах – достаточно выраженной метаморфизации вод и рассолов с отношением Na/Cl преимущественно от 1 до 0,67. В солевом составе преобладают хлориды и натрий. Содержание каждого из остальных компонентов не превышает 12,5 мг·экв солевого состава.

Существенное отличие этой зоны от вышележащих состоит в том, что она независимо от мощности характеризуется восстановительной геохимической обстановкой, недостатком или отсутствием свободного кислорода, боль-

шим содержанием сероводорода, сульфидных минералов и преимущественно щелочным рН.

Наибольшие мощности зоны характерны для прогибов. К этим же участкам приурочены рассолы больших концентраций – 280-300 г/дм³. В основном высокие концентрации рассолов в пределах зоны отмечены в северо-восточной Мордовии и, несомненно, связаны с площадями распространения сакмарских отложений, являющихся не только водоупорным перекрытием, снижающим интенсивность водообмена, но и источником минерализации рассолов. В центральном и восточном районах в силу отсутствия сакмарских отложений преобладают малые величины минерализации вод и рассолов, особенно в верхней части зоны. По степени минерализации подземных вод она относится к подзоне хлоридных натриевых минерализованных вод, а нижняя, основная, с минерализацией вод более 50 г/дм³ составляет подзону рассолов. Граница подзон проводится условно, тем не менее можно отметить, что подзона хлоридных вод имеет значительно большую мощность.

Глубины залегания зоны полностью определяются интенсивностью влияния верхних вод. В районах усиленного водообмена (области питания) глубина кровли зоны составляет 500-600 м. В сводовой части Сурско-Мокшинского вала абсолютная отметка кровли составляет 350-375 м. В бассейне р. Иссы она находится на глубине около 550 м, в с. Токмово – 450-500 м. На склонах структур, где влияние верхних вод уменьшается, кровля зоны обычно находится на более высоких отметках.

В качестве примера изменения состава рассолов при малых мощностях подзоны приведем данные по скважине в с.Токмово в центральной части Сурско-Мокшинского вала, где кровля рассолов залегает в карбонатной части верхнедевонских отложений, примерно на глубине 500 м. Испытанные рассолы, залегающие в верхней части слоев верхнедевонского возраста, на глубинах 630-650 м, имели минерализацию 157 г/дм³, а в нижней части толщи, на глубинах 932-954 м, – более 175 г/дм³. Отношение Na/Cl равно около 0,68, содержание брома в пределах 45-60 мг/дм³, йод отсутствует. Содержание сульфатов в верхнем горизонте составляет несколько более 1 г/дм³, в нижнем – 0,8 г/дм³.

Общие черты подзоны хлоридных натриевых рассолов следующие: уменьшение с глубиной сульфатности от 7-8 г/дм³ до сотых долей граммов; уменьшение отношения Na/Cl от 0,96 до 0,66.

Зона весьма затрудненного водообмена. Зона распространения хлоридных натриево-кальциевых вод и рассолов нами рассматривается как зона весьма затрудненного водообмена. Гидрогеохимический разрез подземных вод осадочной толщи завершает зону хлоридных натриево-кальциевых вод и рассолов, существенно отличающуюся от всех других. В целом она характеризуется большим уровнем в химическом составе вод хлора и кальция, накапливающихся преимущественно в застойной обстановке. Содержание этих элементов увеличивается в водах и рассолах на протяжении всего разреза осадочной толщи, что оказывает существенное влияние и на общее повышение минерализации вод и рассолов.

В пределах Токмовского свода и на прилежащих участках количество кальция в подземных водах этой зоны не достигает 12,5 мг-экв. На большей части территории зона захватывает девонскую терригенную толщу и додевонские отложения, а также разрушенную часть кристаллического фундамента с глубинами залегания кровли зоны 1 500-2 000 м и более. В верхней части зоны распространены хлоридные натриево-кальциевые воды с минерализацией от

2,3 до 50,0 г/дм³. С глубиной они сменяются хлоридными натриево-кальциевыми рассолами в пределах довольно большого интервала, также с незначительной минерализацией. В толщах нижнецигровских и живетских песчаников в высоких частях свода, в с. Токмово на глубинах 630-900 м и в долине Иссы на глубине 1 027 м содержание кальция в солевом составе рассолов не превышает 11,5 мг·экв (14,0 и 13,3 г/дм³) при минерализации 157-177 г/дм³.

Западнее свода хлоридные натриево-кальциевые рассолы распространены в глубоких частях Рязано-Саратовского прогиба, в основном в нижнепалеозойских и рифейских отложениях. В районе рп. Зубова Поляна хлоридные натриево-кальциевые рассолы известны с глубины 1 147 м. Приурочены они к алевролитам и песчаникам в толще нижнекембрийской системы. Содержание кальция в рассолах увеличивается с глубиной от 12,5 до 17,0 мг·экв (от 15,3 до 18,4 г/дм³), а отношение Na/Cl уменьшается от 0,58 до 0,53. Минерализация рассолов в пределах зоны, а также в водоносных отложениях терригенного девона изменяется очень мало и равна 160-165 г/дм³. К северу от Токмовского свода хлоридные натриево-кальциевые рассолы распространены в нижнепалеозойских преимущественно песчаных отложениях общей мощностью 400-1 000 м.

Таковы особенности геохимических и гидрогеодинамических зон, выражающие предшествующее формирование вод в осадочной толще. В своем развитии геохимические зоны претерпели существенные изменения как в гипсометрическом положении среди осадочной толщи, так и в региональном плане в связи с поднятиями и опусканиями при преобладающем накоплении осадочной толщи в палеозое и последующем разрушении ее в мезозое и кайнозое. В условиях морского режима, несомненно, выпадали из геохимического разреза верхние зоны, однако и хлоридные испытывали изменения, в том числе величина их мощности. Она нарастала с увеличением мощности осадочной толщи и уменьшалась при разрушении последней. Верхние гидрохимические зоны развивались лишь при наличии пресных поверхностных вод, т. е. в условиях континентального режима. При этом зона сульфатных вод формировалась только в породах, содержащих сульфаты. Возможно, происходило это в основном в послепермское время.

Важное значение в формировании геохимического разреза и гидрогеодинамических условий принадлежит новейшим движениям, вызвавшим в районах поднятий сильный эрозионный размыв на глубину до 500 м. Это не только отразилось на характере поверхностей и мощностях верхних гидрогеохимических зон, но и сказалось на глубоких зонах. Современная гидрогеохимическая и гидрогеодинамическая обстановка в значительной степени зависит от работы крупных централизованных водозаборов Саранско-Рузаевского промышленного узла, вызвавших инверсию потоков во всей гидрогеологической системе, охватывающей междуречье Суры, Иссы, Мокши и Алатыря.

6.3. Инженерно-геологическое районирование и современные геологические процессы и явления

Поверхностные и подземные воды являются важнейшими факторами, определяющими геодинамику экзогенных процессов, протекающих в геологической среде. На территории Мордовии наибольшее распространение имеют следующие типы экзогенных процессов: плоскостная и линейная эрозия, развитие карста (поверхностный, глубинный), оползни, суффозия. Для

определения области их распространения использовался ландшафтно-индикационный метод. На основе ландшафтного картографирования, результаты которого изложены во второй главе, выделены следующие инженерно-геологические области: плоских водно-ледниковых равнин, вторичных моренных равнин, возвышенных вторичных моренных равнин, эрозионно-денудационных равнин, возвышенных эрозионно-денудационных равнин. В отдельные типы комплексов выделены долины рек, крупные болотные массивы и участки распространения лессовидных суглинков.

Область плоских водно-ледниковых равнин со слабоволнистым рельефом и абсолютными отметками 150-200 м охватывает большую часть бассейна Вада, правобережье Мокши и неширокой полосой протягивается по левобережной части Алатыря. Эрозионные формы рельефа сравнительно неглубоко врезаются в толщу флювиогляциальных песков и имеют пологие склоны и широкие днища. Низменность сложена разнородными песками с линзами глин и редким включением гальки кристаллических пород. По несущим способностям отложений область благоприятна для строительства зданий и сооружений. При возведении гидротехнических сооружений следует учитывать фильтрационные потери и возможные процессы суффозии. Грунтовые воды обычно залегают на глубине 2-5 м, местами до 10 м. Слабодренлируемые междуречные пространства заболочены. Воды пресные с минерализацией до 1 г/дм³, гидрокарбонатно-кальциевые, слабо- или среднеагрессивные по содержанию углекислоты. Из геологических процессов развиты заболачивание, суффозия, эоловые процессы. Зоны эрозии тяготеют к крутым коренным склонам долин рек.

В междуречье Мокши и Алатыря флювиогляциальные отложения подстилаются карбонатными породами каменноугольного и пермского возрастов, что обуславливает активное развитие карстовых процессов.

Область вторичных моренных равнин занимает значительную часть центральной Мордовии. Четвертичные отложения представлены валуносуглинистыми образованиями днепровского оледенения, которые перекрываются небольшим по мощности (1,5-2,0 м) чехлом покровных суглинков, красновато-коричневых, плотных, твердой и полутвердой консистенции с включением прослоев песка мощностью 2-10 см, гальки и валунов кристаллических пород. Моренные суглинки по показателю пластичности (0,14) относятся к тяжелым суглинкам, имеют высокую объемную массу скелета грунта (1,74 г/дм³), сравнительно небольшое значение коэффициента пористости (0,56) и следующие несущие способности: сцепление – 0,35 МПа, угол внутреннего трения – 20°, модуль деформации – 1,64 МПа. Они являются надежным основанием при строительстве зданий и сооружений. Грунтовые воды на междуречных пространствах залегают на глубине более 10 м, часто в прослоях песка можно встретить верховодку. На нижних (придолинных) участках склонов они залегают на глубине 2-5 м. Воды гидрокарбонатные кальциевые, пресные, с минерализацией до 1 г/дм³. Их агрессивности по отношению к бетону в этом районе не отмечено. Из геологических процессов можно выделить оползни и линейную эрозию.

Область возвышенных вторичных моренных равнин, сложенных мергельно-меловыми породами, перекрытыми маломощными суглинками, глинами, местами со щебнем и валунами. Она занимает южную часть междуречья Мокши и Вада, Мокши и Инсара. Преобладают суглинки тяжелого механического состава с содержанием пылеватых частиц до 30-40 % средней плотности, полутвердой и тугопластичной консистенции с включением тонких

прослоев песка и желваков карбонатов размером 1-2 см. Суглинки имеют следующие несущие способности: сцепление – 0,25 МПа, угол внутреннего трения – 18°, модуль общей деформации – 12,8 МПа. Грунтовые воды залегают на глубине 2-10 м и более, часто встречается верховодка. Воды пресные, отличаются изменчивостью химического состава, имеют спорадическое распространение и невысокую производительность. Дебит колодцев изменяется от 0,01 до 0,1 л/с. Из геологических процессов развиты оврагообразование, оползни-оплывы.

Область эрозионно-денудационных равнин с распространением глинистых и суглинистых покровных отложений, с выходами пород терригенной формации. Отложения средней плотности, полутвердой и тугопластичной консистенции, пятнами ожелезненные, участками известковистые с включением желваков карбонатов, с содержанием пылеватых частиц до 41 %. В целом литогенная основа надежна при строительстве зданий и сооружений. Обводненность четвертичных отложений обуславливается скрытой разгрузкой вод из водоносных горизонтов верхне- и нижнемеловых отложений. Воды пресные с минерализацией 0,3-0,8 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые, залегают на глубине 2-10 м, участками имеют углекислую и сульфатную агрессивность. Из геологических процессов развиты линейная эрозия, оползни, заболачивание.

Область возвышенной эрозионно-денудационной равнины с абсолютными отметками до 347 м, сложенная кремнисто-карбонатными породами – опоками с линзами песка, песчаника и глины, подстилаемыми карбонатными отложениями. В верхней части геологического разреза опоки сильно выветрелые до состояния щебня и дресвы. Щебнистые суглинки имеют высокие несущие способности и являются хорошо водопроницаемыми грунтами. Грунтовые воды залегают на глубине более 10 м. Минерализация их обычно не превышает 1 г/дм³, но содержание железа часто выше 1 г/дм³. Агрессивными свойствами воды не обладают. Характерно интенсивное развитие эрозии, оползней, карста.

Долинные комплексы имеют асимметричное строение склонов. В пределах долин прослеживаются от 2 до 4 эрозионно-аккумулятивных террас. Комплексы аллювиальных отложений сложены песчано-суглинистыми отложениями, в верхней части разреза представлены мелкими песками, иловатыми глинами и суглинками (старичный и пойменный аллювий), ниже преобладают пески от мелких до крупных, нередко со значительным содержанием гравия и гальки. С поверхности на глубину 1,5-4,0 м отложения надпойменных террас большей частью перекрыты слоем делювиальных суглинков. В долинах рек Вад, Мокша, Сивинь, Алатырь поверхность террас сложена преимущественно слабоглинистым песком. Коэффициент его фильтрации от 1 до 10 м/сут, мощность отложений надпойменных террас колеблется в пределах 10-20 м и более. Суглинок светло-коричневый, тяжелый, средней плотности, полутвердой и мягкопластичной консистенции, участками лессовидный, с содержанием пылеватых частиц от 38 до 44 %, слагает в основном верхнюю часть надпойменных террас. В толще аллювиальных отложений имеется единый водоносный горизонт, глубина залегания которого от 2 до 10 м. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые, с минерализацией до 1 г/дм³, обладают гидрокарбонатной, иногда общекислотной агрессивностью. Водообильность древнеаллювиальных отложений в целом значительная. Современные геологические процессы проявляются в заболачивании, образовании конусов выноса, протекании эолового переноса, возможна суффозия.

Крупные болотные массивы Мордовии значительно выработаны.

Площади отдельных торфяников достигают 1 500 га и более, максимальная мощность торфа 7,0-9,0 м, в среднем 2,5 м. По степени разложения торфа средне- и сильноразложившиеся отличаются высокой влажностью, достигающей в массиве 500 - 1 000 % и более по отношению к массе сухого вещества, значительной пористостью и, как следствие этого, очень сильной сжимаемостью. Неоднородность строения и состава торфяной залежи, а также сильная сжимаемость могут привести к значительным неравномерным осадкам возводимых сооружений. Поэтому геоконструкции крайне неблагоприятны для строительства: оно возможно только после удаления торфяной залежи на всю мощность. Многие торфяные залежи разрабатываются, торф используют как топливо и в качестве удобрений в сельском хозяйстве.

Участки, сложенные лессовидными суглинками и глинами, имеют прерывистое распространение в высотном интервале 120-200 м в бассейне реки Вад, южной части междуречья Мокши и Вада, надпойменных террасах рек Мокша и Алатырь, а также в виде поясов окаймляют выходы коренных пород на приводораздельных пространствах.

Лессовидные отложения – полигенетические образования. Их характерной особенностью является высокое содержание пылеватых частиц, высокий коэффициент пористости. Они представлены суглинками и глинами коричнево-серыми, макропористыми, средней плотности, известковистыми, с включением журавчиков карбонатов, полутвердой и тугопластичной консистенции, с содержанием пылевой фракции до 50,2-57,0 %.

Наиболее важными свойствами лессовидных суглинков, в отличие от лессовидных глин, являются слабая водоустойчивость и просадочность, которая с глубиной уменьшается, а с 6,0-7,0 м породы становятся слабосжимаемыми и непросадочными. Толща лессовидных суглинков и глин практически безводна. Местами на значительной глубине встречается верховодка.

Карст. Карстующимися породами на территории Мордовии являются известняки и доломиты каменноугольной и пермской систем (C_2, C_3, P_1, P_2kz_1) и писчий мел верхнемелового возраста (K_2).

Известняки и доломиты палеозойского возраста распространены повсеместно, но условия, характер, степень развития карстовых процессов и возможность проявления их на земной поверхности различны. На востоке Мордовии (восточнее долины реки Инсар) кровля толщи известняков и доломитов погружается на глубину более 100 м, что затрудняет развитие в них карстового процесса и делает невозможным его проявление на земной поверхности. В центральной и западной частях республики она залегает на значительно меньшей глубине, в основном от 3 до 100 м. Общая мощность карстующейся толщи известняков и доломитов каменноугольной и пермской систем составляет 150-300 м.

Глубинный карбонатный карст, развивающийся ниже местного базиса эрозии за счет деятельности главным образом подземных вод, свободных и физически связанных, изучен слабо. Более выражен поверхностный карст, развивающийся за счет деятельности свободных вод. Он распространен в междуречье Мокши и Алатыря – в Темниковском, Ельниковском и Краснослободском районах. Карстующиеся породы – известняки и доломиты верхнего отдела каменноугольной системы и ассельского яруса нижнего отдела пермской системы на этой территории залегают в основном на небольшой глубине (в среднем 15-20 м).

Проявления поверхностного карбонатного доломитово-известнякового карста разнообразны: это могут быть карстовые западины и котловины про-

долговатой формы, достигающие длины 100-400 м, ширины до 200 м и имеющие глубину 0,7-1,5 м, редко 2-4 м, или карстовые воронки конусовидной либо чашеобразной формы диаметром 25-50 м, глубиной 8-12 м, иногда карстовые озера округлой формы диаметром 15-100 м, глубиной до 12-15 м и более. Плотность воронок не превышает 15 штук на 1 км². Наиболее известны в Мордовии карстовая провальная воронка под названием озеро Раскадас, расположенная западнее с. Чурино (в районе с. Ельники), и карстовая провальная воронка на окраине г. Темникова – озеро Ендовище, округлой формы, с крутыми берегами, глубиной до 12 м. Сравнительно редко карстовые полости открываются наружу в виде пещер (в нижнем течении р. Инсар).

Меловой карст, являющийся подтипом карбонатного, развивается в мелах и мелоподобных породах верхнемелового возраста (K₂). Он распространен в юго-восточной и южной Мордовии на возвышенных водораздельных пространствах эрозионно-денудационных и вторичных моренных равнин и практически совсем не изучен. Имеются сведения о наличии одной карстовой воронки у д. Павловка в 7 км восточнее с. Атемар, 6 карстовых воронок, приуроченных к долине р. Умыс, и одной воронки в 2 км севернее, у д. Майдан.

Разрушительных последствий от карстовых процессов в республике не отмечалось, однако благоприятные условия для их развития (наличие выдержанных толщ карбонатной формации) на значительной части территории обуславливает необходимость их отнесения к разряду опасных.

Оползни. Основными факторами развития оползней являются повышенное гидродинамическое давление, интенсивное переувлажнение несвязанных рыхлых горных пород, слагающих склон. Оползни развиты на эрозионно-денудационных и вторичных моренных равнинах, а также в долинах рек при близком залегании кровли коренных отложений и при повышенной крутизне склонов. Особенно активны оползневые процессы на коренных склонах левобережья Мокши, правобережья Алатыря, а также на крутых склонах и эрозионной сети междуречий Мокши и Инсара, Исси и Мокши, Пьяны и Алатыря, Алатыря и Суры. Оползни осложняют склоны долин, а также отмечаются в бортах крупных балок и оврагов. Развиты преимущественно небольшие оползни размером в плане до 30 x 50 м, реже до 300 x 450 м. Сливаясь, они образуют террасовидные поверхности. Мощность оползших масс преимущественно до 5 м, у наиболее крупных оползней до 10-12 м.

Оползни представляют значительную угрозу для функционирования геотехнических систем. Активизация оползневых процессов привела в ряде случаев к разрушительным последствиям в городах Саранск, Краснослободск, поселках Ялга и Тургенево, селах Подгорное Канаково и Булгаково, а также на ряде участков автомобильных дорог.

Наиболее опасные оползневые деформации в сочетании с сезонным подтоплением грунтовыми водами инженерных сооружений, наледообразованием и пучением проявляются в Краснослободске. Интенсивные оползневые смещения на застроенной территории начались осенью 1979 - весной 1980 г. К весне 1984 г. было снесено 43 дома, и, несмотря на попытки частично улучшить работу городских сетей, ситуация не изменилась. В 1995 г. в связи с выпадением большого количества осадков оползнями и сопутствующими процессами образования наледей и пучения было повреждено 163 дома: деформированы фундаменты зданий, появились трещины в стенах и потолке, перекошены балки, дверные и оконные коробки. В марте 1996 г. оползневые процессы вновь активизировались в северной (район школы-интерната), южной (прядильно-ткацкая фабрика) и юго-западной (урочище "Ямище") частях го-

рода. Общая площадь оползневых явлений составляет более 35 га. Под угрозой разрушения оказались 8 км асфальтированной дороги, 10 км водопровода и канализационных сетей, 2 трансформаторные подстанции общей мощностью 400 кВт, подземные силовые кабели, более 15 км ЛЭП, газопроводы высокого и низкого давления, линии связи.

Другой крупный и опасный оползень развивается на левом берегу Мокши между поселками Тенишево и Шаверки, в 7 км южнее Краснослободска. По его телу проходит система магистральных газопроводов высокого давления Уренгой - Ужгород. Протяженность оползневого участка вдоль склона 250 м, в глубь склона – до 300 м. Оползень относится к оползням скольжения. Он развивается как вторичный в теле старого оползня с захватом сместившихся сверху насыпных грунтов. Базисом смещения оползней является пойма Мокши с отметкой поверхности 116-119 м. Активизация оползневых процессов связана со строительством газопроводов. После строительства каждой нитки в 1983-1984 гг. происходили оползни. В результате проведения дополнительных мероприятий инженерно-геологические условия на оползневом участке стабилизировались.

Оползневый участок в рп. Тургенево Ардатовского района расположен на правом крутом склоне Алатыря и находится в настоящее время в активном состоянии. Протяженность оползневой зоны с запада на восток 450 м и с севера на юг 330 м. Наибольшие подвижки происходили в 1959, 1967, 1973, 1993, 1995 и 1996 гг. Глубина захвата пород достигает 10-15 м, высота стенки срыва более 10 м, крутизна склона в верхней части 60°. По его бровке на расстоянии около 10-15 м от линии отрыва образовались закольные трещины, что свидетельствует о возможности дальнейшего развития оползня. На его теле отмечается высачивание грунтовых вод, что приводит к образованию мочажин, заросших болотной растительностью. На активизацию оползневых процессов влияет также распашка нижней части оползневой площади, отданной под дачные участки. Отмечалось смещение дачных домиков, уничтожено несколько участков. В активную зону оползня попадает северная часть производственного корпуса АО "Лисма - АСТЗ" площадью 1,8 тыс. м², центральная электроподстанция, порваны и выведены из строя кабельные сети промплощадки. Создалась реальная угроза разрушения цеха пластмасс, корпуса инструментального производства с инженерными подразделениями, железнодорожного тупика со складским хозяйством, склада ГСМ, участка механизации и автоматизации.

Оползень в с. Булгаково Кочкуровского района активно развивается на площади 12 га на правом склоне ручья. Активизация процесса началась в 1990 г., и он продолжается до настоящего времени. Оползень образуется в пределах древнего оползневого цирка. Им разрушены жилые дома частного сектора, детский сад, линия электропередачи, очистные сооружения. Размеры оползня достигают 300 x 400 м, глубина захвата пород около 4-5 м. Оконтуривающая оползень трещина в плане имеет полукруглую форму и совпадает с бровкой склона. Стенка срыва вертикальная, высота от 1,5 до 2,0 м. Оползень имеет открытую полузадернованную бугристую террасированную поверхность. Грунты переувлажнены, а на отдельных участках, на разных абсолютных отметках, наблюдались выходы подземных вод в виде как источников, так и площадного высачивания. Результаты наблюдений позволяют сделать вывод о том, что при существующем соотношении оползнеобразующих факторов относительно устойчивое состояние склона наступит не ранее чем через 10 лет с отступлением его бровки до 10-15 м в первые годы. Более интенсивно будет

развиваться левый борт оползня, поэтому из-за трещин и просадок возможна деформация зданий и сооружений.

В ноябре 1998 г. произошел техногенный оползень на 31-м километре федеральной дороги Саранск - Ульяновск. В результате было разрушено ее полотно и нанесен значительный материальный ущерб.

В Саранске на ул. Зеленая в районе домов № 5 и 7 (левый склон р. Саранки) подвижки произошли осенью 1997 г., которые продолжались и в 1998 г. Активизация оползней на этом участке склона вызвана чисткой и углублением русла реки. Два частных жилых дома пришли в аварийное состояние. В настоящее время оползень активен, и возможны его существенные подвижки с угрозой для других домов, расположенных на этом склоне. В центральной части города, где ранее находился кинотеатр "Юность", в 1998 г. произошли оползневые подвижки. Линия отрыва находится перед противооползневыми сваями. Активизация также произошла после чистки р. Саранки.

Таким образом, развитие большинства оползней на территории Мордовии связано с техногенным воздействием – пригрузкой склонов, отсыпкой грунта, техногенным обводнением грунтов на склонах, нарушением поверхностного стока.

По механизму оползания в зависимости от преобладающего вида деформаций оползневые смещения на территории Мордовии можно разделить на три типа: оползни вязкопластические (вязкопластического течения), оползни сдвига-течения (комбинированного механизма) и оползни сдвига.

Вязкопластические оползни являются наиболее распространенными. В большинстве случаев они возникают при наличии техногенных воздействий – техногенного обводнения склонов, отсыпки грунта, искусственного нарушения стока поверхностных вод. Однако появление вязкопластических смещений может вызываться и природными факторами, преимущественно под влиянием повышения уровня или разгрузки подземных вод на склонах. Размеры вязкопластических оползней по фронту и по направлению смещения обычно не превышают 100 м при глубине захвата преимущественно 3-5 м, иногда 6 м. Примерами таких смещений являются оползни в Саранске, в Краснослободске на урочище "Ямище", на берегу р. Мокши в месте пересечения ее сетью газопроводов высокого давления, в с. Подгорное Канаково Темниковского района.

Оползни сдвига-течения представляют собой сочетание блоковых подвижек в виде сдвига (скольжение или отрыв с последующим скольжением) с деформациями вязкопластического течения. Смещенные (или смещающиеся) блоки образуют преимущественно верхнюю и среднюю части площади оползня. С приближением к низовому краю они дробятся и превращаются в движущуюся вязкопластическую массу. У верхнего края оползней комбинированного механизма, как правило, хорошо выражен крутой обнаженный уступ высотой до 3-7 м, представляющий собой так называемую стенку оползневого срыва (отрыва). Оползни рассматриваемого механизма приурочены к врезам ручьев и овражных водотоков. Они повсеместно активны. Их подвижки происходят ежегодно, хотя и с меняющейся интенсивностью. Подошва смещающихся масс находится преимущественно на глубинах 6-8 м, в верхних частях оползней – до 10-12 м. В годы наибольшей активизации смещений у верхнего края оползня нередко происходит отчленение от массива новых оползневых блоков (на расстоянии 7-10 м от стенки срыва). Поверхность рассматриваемых оползней ступенчатая. Основным базисом оползания является русло водотока, размывающего основание берегового склона. В годы активизации смещающи-

еся массы могут перекрывать водоток. Оползни комбинированного механизма имеются в с. Булгаково, в рп. Б. Елховка (на правом берегу ручья Мельчарка).

Оползни сдвига в зависимости от размера разделяются на два подтипа: мелкие и среднего размера; крупные. К первому подтипу можно отнести оползень на береговом уступе, опирающемся на пойму р. Мокши в Краснослободске (у здания школы). Оползень второго подтипа развивается в рп. Тургенево Ардатовского района в зоне распространения глинистых пород нижнемелового возраста и находится в активном состоянии. Его размеры по фронту 450 м, в направлении падения склона (с юга на север) 330 м, глубина оползневого захвата до 10-15 м. В активную зону смещения попадает северная часть промплощадки завода АО "Лисма - АСТЗ".

В большинстве своем оползни на территории Мордовии только фиксировались, но не изучались. В ряде случаев проводятся противооползневые работы – прокладка дренажной сети, устройство нагорных канав с водосбросом. Для контроля за работой противооползневых сооружений необходимо создать постоянно действующую наблюдательную сеть, что позволит прогнозировать состояние оползня.

Эрозионные процессы (плоскостная и линейная эрозия) на территории Мордовии наибольшее развитие получили на возвышенных вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнинах.

Овражная эрозия развивается под воздействием струйчатого и линейного стока талых и атмосферных вод по склону. Средний коэффициент овражной расчлененности около 0,2 км/км², а на останцово-водораздельных массивах юго-восточной Мордовии на отдельных участках он превышает 1 км/км². Глубина эрозионного вреза оврагов до 10-12 м, реже до 50 м, ширина по бровке склонов 100-200 м. В районе вершины хорошо выражены водобойные уступы высотой 0,3-1,0 м. В зависимости от рельефа и площади водосбора овраг может иметь хорошо выраженные одну или несколько вершин. Исследования эрозионных процессов на территории Мордовии показали, что большинство оврагов имеют выработанный базис эрозии. Склоновые овраги наиболее интенсивно развиваются в хорошо размываемых лессовидных отложениях. По их бортам часты оползни. Растущая овражная сеть причиняет значительный вред сельскому хозяйству, уменьшая площадь пахотных земель. Площадь, занимаемая оврагами, составляет 1 617,4 тыс. га.

Боковая речная эрозия отмечается на многих участках Мокши, Рудни, Суры, Урея, Сивини, Алатыря и других рек. Нередко подмыв речных берегов сопровождается оползневыми явлениями. Часто речная эрозия приводит к разрушению различных объектов в береговых зонах. Наиболее интенсивное развитие речной эрозии отмечено в Темникове, где правый берег р. Мокши с 1935 г. по настоящее время размывается на протяжении 0,8 км в полосе шириной более 100 м (средняя скорость размыва до 2 м за год). Размыву здесь подвержены надпойменная терраса и правобережная пойма, высота которых относительно уреза реки составляет соответственно 13-15 и 4-5 м. Размыв вызвал разрушение домов частного сектора. В опасной зоне оказались административные здания, школа и детский сад.

Эрозионное воздействие р. Суры обусловило интенсивное разрушение перемычки между левым берегом реки и озером Инерка и создало реальную угрозу исчезновения последнего. Это озеро является жемчужиной Мордовии. Здесь функционируют многочисленные базы отдыха. Для их защиты был разработан проект берегоукрепления и началось его осуществление. Финансирование работ включено в Федеральную программу. Планировалось

завершить их в 1998 г., но из-за недостатка средств работы продвигаются медленно.

Значительная интенсивность боковой эрозии характерна для многих участков на разных реках, что привело к разрушению или создало опасность для находящихся в береговых зонах построек и сооружений в ряде населенных пунктов. В некоторых из них отмечена большая протяженность размываемых берегов, достигающая в с. Дмитриев Усад 800 м, в селах Паракино и Бузаево соответственно 1,5 и 1 км, в райцентре Б. Березники – 2 км.

Подтопление. Мощность зоны аэрации в ландшафтах Мордовии изменяется от 0,1 до 43,8 м. Уменьшение глубины залегания грунтовых вод происходит от водоразделов к долинам рек и ручьев. Наибольшее развитие процессов подтопления на территории Мордовии приурочено к участкам высокого стояния грунтовых вод – 2,0-2,5 м от поверхности земли. Фациальная изменчивость отложений позволяет выделить пять литологических типов строения зоны аэрации.

1. Песчаный (пески и супеси с прослоями глин и суглинков) в ландшафтах водно-ледниковых равнин.

2. Суглинистый (суглинки, глины) в ландшафтах вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнин.

3. Слоистый (переслаивание песков, суглинков, глин и др.) в долинных ландшафтах.

4. Торфоминеральный (торф) в болотных комплексах.

5. Трещинно-щебнистый (щебень мергеля, опок, трепелов с прослоями суглинков) чаще в возвышенных областях вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнин.

Совокупное действие естественных факторов геологической среды и формирование искусственного водного режима в условиях инженерного освоения территории, приводящего к накоплению грунтовых вод и влаги в зоне аэрации, является причиной подтопления подземных частей зданий, сооружений и коммуникаций многих районных центров Мордовии.

Проведенная нами оценка потенциальной подверженности населенных пунктов республики воздействию оползней, подтоплению и карсту позволила выделить объекты с наиболее развитыми процессами. В перечень вошло 193 населенных пункта, в том числе с одним процессом – 20, двумя – 100, тремя – 64, четырьмя – 9. Восемь населенных пунктов (городов) отнесены к объектам первой очереди строительства противооползневых сооружений. На семи объектах требуется проведение неотложных (аварийных) работ (города Саранск, Краснослободск, Темников, села Булгаково, Большая Елховка, Подгорное Канаково, участок магистрального газопровода Уренгой - Ужгород).

Повышение активности геолого-геоморфологических процессов на территории Мордовии во многом связано с особенностями функционирования геотехнических систем:

- утечкой воды из систем водопровода и канализации, сетей отопления;
- нарушением поверхностного стока с концентрацией атмосферных осадков в искусственных выработках;
- подпором грунтовых вод в пределах застроенных территорий;
- уменьшением испарения и транспирации влаги из зоны аэрации вследствие застройки и асфальтирования части территории, а также ликвидации естественной растительности;
- засыпкой естественных водотоков – тальвегов, оврагов, балок;
- аккумуляцией снега на отдельных участках городов, приводящей к

удлинению срока снеготаяния и увеличению количества инфильтрирующихся талых вод;

- подпором грунтовых вод фундаментами зданий и сооружений;
- изменением коэффициента фильтрации грунтов.

Мероприятия по защите инженерных сооружений от неблагоприятных процессов должны носить как предупредительный, так и защитный характер. Предупредительные должны проводиться на всех потенциально опасных территориях. Нужно учитывать, что экзогенные геоэкологические процессы легче и дешевле предотвратить, нежели остановить. В комплекс работ по предупредительной защите территории входят:

- организация и ускорение стока поверхностных вод;
- искусственное повышение планировочных отметок территории;
- устройство защитной гидроизоляции заглубленных сооружений;
- сооружение профилактических пристенных, пластовых и сопутствующих дренажей;
- строительство водонесущих коммуникаций и правильная их эксплуатация с целью предотвращения утечек;
- сооружение дренажей, перехватывающих подземный сток.

Важнейшей проблемой геологической службы Мордовии в конце XX в. является организация мониторинга экзогенных процессов. В настоящее время на территории республики созданы два участка 3-й категории для наблюдения за экзогенными геологическими процессами: в Краснослободске (урочище "Ямище" – 1996-1997 гг.) и участок магистрального газопровода высокого давления Уренгой - Ужгород (между селами Тенишево и Шаверки Краснослободского района – 1997-1998 гг.). Актуальны вопросы организации наблюдений в долине и на прилегающих склонах р. Саранки, так как там идет интенсивное строительство, а склон характеризуется неустойчивостью. Кроме того, в подошве самого активного участка склона ведутся работы по очистке и углублению русла реки.

7. СОСТОЯНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Функционирование водохозяйственных геотехнических систем влияет на режим поверхностных и подземных вод. Это проявляется в изменении составляющих водного баланса речных бассейнов и подземных водоносных горизонтов, внутригодового распределения стока, химического состава природных вод, русловых процессов и других характеристик.

За последние годы потребление воды на технологические нужды промышленных предприятий и сельскохозяйственных объектов, хозяйственно-питьевые и бытовые цели в связи с экономическим кризисом, а также с применением экономических и административных санкций за нерациональное использование водных ресурсов имеет устойчивую тенденцию к сокращению. В 1997 г. на государственном учете по форме 2-ТП "Водхоз" в республике насчитывалось около 830 водопользователей. Общий лимит водопотребления по Мордовии составлял 140,4 млн м³ в год.

Обеспеченность населения городов и поселков городского типа питьевой водой в настоящее время колеблется от 8,9 до 281,9 л/сут на человека (в среднем 104,5 л/сут). Для удовлетворения населения водой питьевого качества в полном объеме из расчета 284 л/сут на человека необходимо строительство новых водозаборных сооружений и водопроводов. В сельской местности удельное водопотребление варьирует от 53,0 до 100,1 л/сут на человека. Покрытие дефицита в питьевой воде в сельской местности необходимо осуществлять за счет строительства новых или восстановления и реконструкции существующих систем водоснабжения. Особо сложная ситуация с обеспечением населения питьевой водой сложилась в Ардатовском, Большеберезниковском, Лямбирском, Ромодановском, Чамзинском районах. Дефицит ощущается в городах Саранск, Ковылкино, Краснослободск, Инсар, Рузаевка, Темников, рабочих поселках Кемля, Чамзинка, Ромоданово, селах Ст. Шайгово, Б. Березники. Отсутствует централизованное водоснабжение в г. Ардатове, рп. Тургенево и с. Б. Игнатово.

7.1. Геотехнические системы по использованию подземных вод

Водохозяйственные геотехнические системы в сельской местности и районных центрах. В сельской местности Мордовии для водопользования до настоящего времени активно используются родники и колодцы. Зарегистрировано более 800 родников, из которых 124 благоустроены. В населенных пунктах насчитывается около 31 700 колодцев, из них 5 715 общественных, используемых в частном секторе и небольшими сельскохозяйственными предприяти-

ями. Общий водоотбор колодезных вод составляет 17,3 тыс. м³/сут, или 6,3 млн м³ в год. Из общего количества общественных колодцев около 20 % не отвечают требованиям по химическим и органолептическим параметрам, в ряде районов этот процент гораздо выше: в Инсарском – 73,7, Ардатовском – 70,4, Дубенском – 65,4. Важнейшей задачей краеведческой работы является пропаганда охраны водных источников.

Наиболее активно в республике используются подземные воды. Такое положение сложилось в силу природных условий, технического развития и техногенного загрязняющего воздействия на поверхностные водотоки. На 1 января 1999 г. в Мордовии зарегистрировано около 3 080 артезианских скважин, из которых около 8 % находятся на балансе жилищно-коммунальных предприятий. Из общего количества водозаборных скважин республики 22,8 % относятся к централизованным водозаборам промышленных и коммунальных предприятий. Централизованным водоснабжением охвачено 44 % сельских населенных пунктов, где проживает 53,1 % населения республики. Из артезианских скважин действующих насчитывается 1 482 (т. е. 48 %). Общий водоотбор из них составляет 215,76 тыс. м³/сут, или 78,8 млн м³ в год. Из общего объема потребляемой артезианской воды для нужд сельского хозяйства используется 24,2 %, промышленности – 23,3 и хозяйственно-питьевых целей – 52,5 %.

Для водоснабжения населенных пунктов разведано 15 участков, из которых 8 предназначены для водообеспечения Саранско-Рузаевского промышленного узла. С целью строительства централизованных водозаборов для городов Ковылкино, Краснослободск, Ардатов и рп. Торбеево разведаны перспективные участки. Из разведанных запасов освоено около 57 %.

Число действующих скважин в 90-х гг. значительно уменьшилось и составляет примерно половину от всех пробуренных. Большое количество бездействующих скважин не всегда означает их не востребованность, а чаще всего это определяется недостатком средств на их ремонт или замену насосов. По той же причине не ликвидируется значительное количество бездействующих скважин, являющихся потенциальными источниками загрязнения подземных вод.

По результатам обследования выявлено, что эксплуатация водозаборных скважин ведется с нарушениями требований СНиП 2.04.02.84. Наибольшую геоэкологическую опасность представляют отсутствие или неудовлетворительное состояние:

- 1) ограждений зон санитарной охраны строгого режима (60-80 % водозаборов). Негативное впечатление в этом отношении производит водозабор Чамзинского комбината комплектов строительных конструкций, обследованный в 1998 г. Из двух имеющихся скважин работает одна, ее павильон не отвечает требованиям СНиП ни по одному параметру; в 20 м от бездействующей скважины с открытым стволом построен септик, территория зоны санитарной охраны строгого режима значительно меньше нормативной; запорная арматура на скважине и труба, соединяющая скважину с емкостью-накопителем, в аварийном состоянии, из-за чего происходят значительные потери извлекаемой воды, образовавшей постоянный водоток, впадающий в Ную;

- 2) павильонов водозаборных сооружений (около 20 % водозаборов). Более половины павильонов действующих скважин в зимнее время не отапливаются и во избежание размораживания водоподъемной арматуры владельцы водозаборов идут на грубейшие нарушения требований эксплуатации водозаборных сооружений – утепление оголовка скважины соломой, опилками и

другими материалами, создающими реальную опасность загрязнения артезианских вод. В СХПК "Ардатовский" действующая скважина № 1455, не имеющая павильона, "утеплена" навозом;

3) цементного покрытия устьев скважин (более 50 % водозаборов), что приводит к проникновению загрязненных вод в ствол и потенциально опасно для использования поднимаемой воды для питьевых целей;

4) водонапорных башен и водопроводной сети. До 5 % водозаборных сооружений имеют утечки воды. Формально бездействующая скважина, расположенная на территории рп. Тургенево, фонтанирует беспрерывно, и слабосоленоватые подземные воды непрерывным потоком вливаются в ручей, впадающий в Алатырь, и ухудшают качество поверхностных вод.

На подавляющем большинстве водозаборов отсутствуют водомеры, краны для отбора проб, журналы учета водоотбора и ремонта скважин, лицензии на право добычи подземных вод. Хорошо эти виды контроля организованы на Ардатовском МП ЖКХ, мясокомбинате "Атяшевский", в детском оздоровительном лагере им. Гагарина Кочкуровского района, АО "Рузхиммаш" в Рузаевке, ОАО "Дормаш" в Лямбирском районе и некоторых других предприятиях.

В последнее время в связи с развитием новых экономических отношений появилась тенденция к ликвидации сельскохозяйственных предприятий, и этот процесс идет по нарастающей, что ведет к появлению все большего числа бесхозных водозаборов, их разрушению, незаконной добыче подземных вод с серьезнейшими нарушениями требований.

Водохозяйственные геотехнические системы Саранско-Рузаевского промышленного узла. Распределение водоотбора подземных вод на территории республики очень неравномерно, 45,2 % от общего водоотбора приходится на водозаборы городов Саранска и Рузаевки.

Самым крупным водопотребителем на территории Республики Мордовия является Саранск. Суммарный водоотбор на 1 января 1999 г. составлял 164 тыс. м³/сут, или 59,9 млн м³ в год. На долю муниципального предприятия "Саранскводоканал" приходится 119 тыс. м³/сут (43,4 млн м³ в год), из которых 74 % используется на хозяйственно-питьевое водоснабжение, 16 % передается промышленным предприятиям и 10 % составляют потери при транспортировке. В целом по Саранску на промышленные цели используется около 55 тыс. м³/сут, или 20 млн м³ в год, что составляет 34 % от всего объема извлекаемой подземной воды.

Производительность коммунального водопровода столицы республики 130,0 тыс. м³/сут, ведомственного – 80,0 тыс. м³/сут. Среднее удельное водопотребление на одного жителя с учетом промышленности около 340 л/сут. Водоснабжение города осуществляется из подземных источников в средне- и верхнекаменноугольных отложениях, эксплуатация которых ведется как крупными водозаборами, так и одиночными скважинами.

Коммунальные водозаборные сооружения включают Пензятский, Руднинский водозаборы, группу скважин, расположенных на водозаборе ОАО "Резинотехника", на ул. Рабочей, в юго-западной части города – Октябрьский водозабор, а также отдельно расположенные скважины.

Водоводы и магистральные сети сооружаются из чугунных, стальных и железобетонных труб диаметром 100-1 200 мм, их общая протяженность 164,8 км. Длина водопроводных сетей 132,4 км, из них трубы диаметром 300 мм и более проложены на протяжении 190,8 км. В основном строительство сетей осуществлялось в 1939-1989 гг., поэтому их состояние не всегда удовлетворительное.

Водозаборные сооружения Саранска включают около 100 буровых скважин, расположенных бессистемно, заложенных в разное время. Отдельные их группы образуют системы скважин, принадлежащих различным предприятиям. На территории города (98,9 км²) функционируют следующие водозаборные узлы: Северо-Восточный, собственно Саранский городской, разбитый на Северный, Центральный, Северо-Западный, Юго-Западный, Юго-Восточный и Николаевский.

Первые эксплуатационные скважины в пределах г. Саранска начали работать в 1935 г., максимальный рост их числа отмечался в 60-70-х гг.

В состав *Северо-Восточного водозаборного узла* Саранского комплекса водозаборных сооружений входят скважины, принадлежащие ОАО "Резинотехника" (водозабор "Резинотехника"), АО "Мордовское" по племенной работе, ТОО "Тепличное", МП "Саранскгорводоканал". Всего на этой территории отбирается около 23 тыс. м³/сут подземных вод.

Водозабор "Резинотехника" расположен в северо-восточной части г. Саранска на территории, принадлежащей заводу. Два параллельных линейных ряда, состоящих из 14 скважин, протягиваются по правому берегу р. Инсар. Скважины в рядах отстоят друг от друга на 400-600 м, глубина их варьирует от 125 до 189 м. Конструкция скважин чаще одноколонная, диаметр труб 12 или 14 дюймов. Водоприемная часть дырчатая. Используются насосы марок ЭЦВ 12-210-145 или ЭЦВ 10-63-150. Водозабор эксплуатируется с 1966 г. Для удовлетворения потребностей завода используется 6 скважин, а для водообеспечения города – 8 скважин, принадлежащих МП "Саранскгорводоканал". Эксплуатационные запасы основного водоносного горизонта, распространенного в среднекаменноугольных кавернозно-трещиноватых известняках и доломитах, утверждены ГКЗ СССР в 1964 г. в объеме 24 тыс. м³/сут, из них по категории А – 16, В – 8 тыс. м³/сут.

В состав *Северного водозаборного узла* Саранского городского водозабора входят скважины, принадлежащие АО "Центролит", АООТ "Ремстроймаш", ОАО "Теплоизоляция", ЖБК-2, а также АО "Мордовэнерго" ТЭЦ-2. Всего насчитывается 13 скважин с общим водоотбором около 10 тыс. м³/сут. Их глубина изменяется от 160 до 215 м. Конструкция одноколонная с диаметром труб 10 или 12 дюймов. Для подъема воды используются насосы типа ЭЦВ 10-63-150 или ЭЦВ 12-210-145. Воды эксплуатируемого водоносного горизонта средне- и верхнекаменноугольных отложений вскрываются на 84-155 м от поверхности земли.

В *Центральный водозаборный узел* Саранского городского водозабора объединены компактно, но бессистемно расположенные в центральной части Саранска скважины, принадлежащие ОАО "Биохимик", АО заводу "Автосамосвалов", АО "Завод "Саранскабель", АО "Саранскинструмент", АО "Электровыпрямитель", Механическому заводу, АО "Консервный завод "Саранский", АО "Лисма – СЭЛЗ", ОАО "ЖБК-1", АО "Сура", АО "КПД завод крупнопанельного домостроения", АО "Мордовэнерго" ТЭЦ-1, МП "Зеленое хозяйство", ТПО "Мордовстройтранс", Спорткомплексу АО "Лисма – СЭЛЗ", а также МП "Саранскгорводоканал". Всего здесь сосредоточена 51 скважина с общим водоотбором около 45 тыс. м³/сут. Их глубина составляет 116-230 м. Уровень подземных вод находится на глубинах от 81 до 143 м от поверхности земли. В конструкциях присутствуют одна или две колонны труб диаметром 10 или 12 дюймов, фильтровая часть дырчатая. Часто используются погружные насосы марки ЭЦВ 10-63-150.

Северо-Западный водозаборный узел Саранского городского водозабора объединяет ведомственные водозаборы, находящиеся в распоряжении ОАО "Лисма – СИС - ЭВС" и АО "Лисма - ВНИИИС". Эксплуатация водозаборов началась с 1956 г. Всего насчитывается 9 скважин с общим водоотбором 5 тыс. м³/сут. Их глубина составляет 156-193 м, в конструкциях чаще всего присутствует одна колонна труб диаметром 10, 12 или 14 дюймов. Они оборудуются насосами марки ЭЦВ 8-40-165 или ЭЦВ 10-63-150.

В состав *Юго-Западного водозаборного узла* Саранского городского водозабора входят 15 скважин, принадлежащих АООТ "Молочный комбинат "Саранский", "Мордовтуристу", военной части 42701, а также МП "Саранскгорводоканал", с общим водоотбором около 13 тыс. м³/сут. Глубина скважин от 180 до 200 м. Они вскрывают эксплуатируемый среднекаменноугольный водоносный горизонт на глубинах 124-162 м. В конструкциях присутствует, как правило, одна колонна труб диаметром 10, реже 12 или 8 дюймов. Используются насосы марки ЭЦВ 10, ЭЦВ 6 или ЭЦВ 12. Первая скважина пробурена в 1956 г. Интенсивная эксплуатация началась с середины 70-х гг.

В *Юго-Восточном водозаборном узле* Саранского городского водозабора компактно, но бессистемно расположены скважины, находящиеся в распоряжении АО "Авторемонтный завод "Саранский", ТОО "Луховский", коллективных садов, аэропорта и Учхоза МГУ им. Н. П. Огарева, а также МП "Саранскгорводоканал". Первые скважины начали действовать с 1956 г. Всего их насчитывается 17 с общим водоотбором около 5 тыс. м³/сут. Глубина скважин составляет 175-256 м. Эксплуатируемый средне-верхнекаменноугольный водоносный горизонт вскрывается на 121-233 м от поверхности земли. Конструкция скважин одноколонная, диаметр труб 8, реже 10 дюймов. Применяемые насосы – ЭЦВ 6, ЭЦВ 8.

В *Николаевский водозаборный узел* Саранского городского водозабора объединены скважины, принадлежащие следующим водопотребителям: АО "Завод "Орбита", ОПХ "Ялга", АО "Мордовмясомолторг", ТОО "Свердловский", объединению "Плодоовощ", пищекомбинату "Саранский", АО "Саранская пивоваренная компания", Детскому наркологическому диспансеру. Первые скважины начали действовать с 1961 г. Всего на описываемой территории насчитывается 17 скважин, из которых отбирается около 8 тыс. м³/сут подземных вод. Глубина скважин составляет 129-210 м. Основной эксплуатируемый водоносный горизонт верхне- и среднекаменноугольных отложений вскрывается на глубинах 100-170 м. В конструкциях скважин используются две колонны обсадных труб диаметром 12 и 16 или 10 и 12 дюймов. Они оборудованы погружными насосами марки ЭЦВ 10, ЭЦВ 8 или ЭЦВ 6.

На Саранском городском водозаборе совместно с водозабором "Резинотехника" происходит снижение уровня подземных вод. К 1999 г. он снизился на 83,0 м. Подземные воды имеют сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый состав, величину сухого остатка 0,6-0,7 г/дм³, общую жесткость – 8,5-9,8 ммоль/дм³ и смешанный состав, где все анионы и катионы присутствуют приблизительно в равных соотношениях. Величина сухого остатка – 0,8-1,0 г/дм³, общая жесткость 8,5-9,8 ммоль/дм³. Некоторые эксплуатационные скважины, принадлежащие АО "Резинотехнический завод", Центральному водозабору МП "Саранскгорводоканал", АО "Автосамосвальная завод", ОАО "Теплоизоляция", АО "Орбита" и другим потребителям, поднимают подземные воды не соответствующие ГОСТ "Вода питьевая", сульфатно-хлоридного магниевый-натриевого и хлоридного натриевого состава. Величина

сухого остатка изменяется от 1,1 до 2,5 г/дм³, общая жесткость – от 9,1 до 21,0 ммоль/дм³.

Руднинский водозабор расположен в северо-западной части Саранского месторождения подземных вод и принадлежит МП "Саранскгорводоканал". Он предназначен для водоснабжения г. Саранска, от которого удален на 26 км. Разведка подземных вод производилась в 1964-1967 гг. В результате этих работ ГКЗ СССР были утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в объеме 32 тыс. м³/сут, из них по категории В – 27, С – 5 тыс. м³/сут. Водозабор эксплуатируется с 1979 г. Он состоит из 27 линейно расположенных скважин в верховьях долины р. Рудни, отстоящих друг от друга на 500 м. Их глубина 185-186 м. Производительность одной скважины варьирует от 1,5 до 2,5 тыс. м³/сут. Конструкция одноколонная. Диаметр обсадных труб 16 дюймов, фильтры дырчатые, насосы ЭЦВ 12-160-100. Водоносный горизонт вскрывается на глубинах от 79 до 95 м. Воды напорные с максимальной величиной напора до 46 м. В процессе эксплуатации происходит снижение уровня подземных вод, достигшее к настоящему времени 53,0 м.

Подземные воды на Руднинском водозаборе в основном сульфатно-гидрокарбонатного типа. Катионный состав от натриево-магниевый-кальциевого до магниевый-натриевого. Величина сухого остатка варьирует от 0,4 до 0,7 г/дм³, общая жесткость – от 5,4 до 8 ммоль/дм³. Отмечено изменение солевого состава извлекаемых подземных вод в сторону увеличения содержания сульфатов, хлоридов и натрия.

Пензятский водозабор расположен в 9 км северо-западнее Саранска. Он принадлежит МП "Саранскгорводоканал" и используется для водоснабжения города. Водозабор представляет собой линейный ряд, состоящий из 33 скважин, расположенных вдоль р. Пензятки. Расстояние между скважинами в среднем составляет 500-600 м. Глубина скважин – от 132 до 222 м. Конструкция скважин двухколонная, диаметр труб 16 и 12 дюймов. Фильтры дырчатые. Насосы погружные типа ЭЦВ 12-160-100, установлены на глубине 90-113 м.

Основной эксплуатируемый водоносный горизонт распространен в кавернозно-трещиноватых известняках и доломитах средне- и верхнекаменноугольного возраста. Вскрывается горизонт на глубине 69-110 м. Эксплуатационные запасы подземных вод утверждены ГКЗ СССР в объеме 62 тыс. м³/сут, из них по категории А – 24, В – 38 тыс. м³/сут. Водозабор эксплуатируется с 1967 г. с постоянно возрастающей нагрузкой; с 1981 г. отбор подземных вод производится в объеме утвержденных запасов. За годы эксплуатации уровень подземных вод снизился на 73 м.

Извлекаемые подземные воды, как и на Руднинском водозаборе, имеют сульфатно-гидрокарбонатный тип и смешанный катионный состав. Величина сухого остатка варьирует от 0,4 до 0,7 г/дм³, общая жесткость – от 5,2 до 8,3 ммоль/дм³. Исключение составляют несколько эксплуатационных скважин в восточной части Пензятского водозабора, примыкающие к Саранскому городскому водозабору. Их подземные воды имеют смешанный хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый состав. Величина сухого остатка – 0,8-1,2 г/дм³, общая жесткость – 9,0-11,9 ммоль/дм³.

Водоснабжение г. Рузаевки осуществляется за счет эксплуатации запасов подземных вод водоносного карбонатного горизонта, распространенного в высокопродуктивных среднекаменноугольных отложениях Рузаевским городским и Пишлинским водозаборами. Они работают на разведанных и утвержденных ГКЗ СССР эксплуатационных запасах в объеме 41 тыс. м³/сут, из них по категории А – 18,0, В – 23,0 тыс. м³/сут. Общий водоотбор сос-

твляет 15,5 тыс. м³/сут. В последние годы водоотбор городского водозабора не превышает утвержденные эксплуатационные запасы, а Пишлинский водозабор освоен только на 32 %.

Рузаевский городской водозабор имеет площадочный характер и состоит из небольших водозаборов, принадлежащих различным предприятиям (Рузаевскому отделению Куйбышевской железной дороги, АО "Рузхиммаш", МП "Рузводоканал") и пользователям одиночных скважин. Глубина скважин 130-225 м, кровля эксплуатируемого горизонта вскрывается на 93-182 м. Вскрываемая мощность водосодержащих известняков и доломитов 55-85 м. Конструкция скважин одноколонная, диаметр труб 8-12 дюймов. Они оборудованы насосами типа ЭЦВ 8, ЭЦВ 10 или ЭЦВ 12. Первые скважины пробурены в 1930 г. Интенсивная эксплуатация проводится с 1964 г. До 1995 г. нагрузка превышала утвержденные запасы подземных вод в 1,1-2,4 раза. С 1996 г. объем отбираемых вод сократился до 6,1 тыс. м³/сут, в пределах утвержденных запасов. Общее снижение уровня подземных вод в настоящее время составило около 64 м.

Подземные воды на Рузаевском городском водозаборе имеют сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый или натриево-кальциево-магниевый состав. Величина сухого остатка варьирует от 0,62 до 0,72 г/дм³, общая жесткость – от 7,6 до 10,8 ммоль/дм³.

Пишлинский водозабор расположен западнее Рузаевки. Он принадлежит МП "Рузводоканал" и используется для обеспечения водами питьевого качества хозяйственно-бытовых потребностей города. Водозабор состоит из 10 эксплуатационных скважин, расположенных вдоль р. Пишля. Расстояние между скважинами 500 м, их глубина – 170 м. Конструкция скважин одноколонная, диаметр труб 12 дюймов. Фильтры дырчатые. Насосы погружные типа ЭЦВ 12-160-100, установлены на глубине около 100 м.

Основной эксплуатируемый водоносный горизонт распространен в кавернозно-трещиноватых известняках и доломитах среднекаменноугольных отложений. Глубина до кровли горизонта колеблется в пределах 90-100 м. Эксплуатационные запасы подземных вод утверждены ГКЗ СССР в объеме 33 тыс. м³/сут, из них по категории А – 10, В – 23 тыс. м³/сут. Пишлинский водозабор эксплуатируется с 1977 г. Уровень подземных вод эксплуатируемого горизонта снизился на 63 м.

Химический состав подземных вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый. Величина сухого остатка варьирует от 0,46 до 0,73 г/дм³, общая жесткость – от 4,5 до 7,1 ммоль/дм³.

На Рузаевском городском и Пишлинском водозаборах происходит ухудшение качества пресных подземных вод, но в настоящее время оно еще соответствует требованиям ГОСТ "Вода питьевая".

Качество потребляемых подземных вод. Отмечаемое в последние годы ухудшение качества потребляемых вод связано не только с изменением гидрогеохимических условий продуктивной толщи пермско-каменноугольного водоносного горизонта, но и с состоянием водопроводных систем, зон санитарной охраны.

Санитарно-химическое исследование подаваемой пользователям воды показало, что требованиям ГОСТ 1874-82 "Вода питьевая" и СанПиН № 214-559-96 не соответствуют в артезианских скважинах 43,3 % проб, в системе коммунального водопровода – 41,4 %, в системе ведомственных водопроводов – 44,2 %. Наиболее часто отмечаются повышенные минерализация и жесткость, высокое содержание фтора, реже железа. Наиболее остро в респуб-

лике стоит проблема обесфторивания артезианских вод. Содержание этого элемента в 2/3 административных районов, в которых проживает 70 % населения республики, от 2 до 5 мг/дм³ (табл. 30).

Таблица 30

**Отклонения от нормативных показателей ГОСТ 1874-82 "Вода питьевая"
и СанПиН № 214-559-96,
% от количества стандартных проб (подземные воды)**

Район	Гигиенические требования		Показатели, характеризующие отклонение от нормативов
	микробиологические	химические	
Ардатовский	7,8	100,0	Железо, сухой остаток, жесткость
Атюрьевский	4,0	-	-
Атяшевский	7,0	71,4	Фтор, жесткость
Большеберезниковский	14,5	98,6	Железо, сухой остаток, сульфаты, хлориды
Большеигнатовский	2,2	91,0	Жесткость
Дубенский	9,3	-	Жесткость
Ельниковский	5,9	7,1	-
Зубово-Полянский	3,1	12,0	Фтор
Инсарский	20,5	66,7	Фтор
Ичалковский	15,5	39,7	-
Кадошкинский	21,8	73,7	Фтор
Ковылкинский	14,7	70,0	Фтор
Кочкуровский	25,9	16,7	Фтор
Краснослободский	1,7	-	-
Лямбирский	12,6	50,0	Фтор, железо
Ромодановский	4,2	-	Жесткость, фтор
Рузаевский	31,2	55,1	Жесткость, железо, фтор
Старошайговский	15,2	-	Жесткость
Темниковский	9,6	-	-
Теньгушевский	15,8	16,6	Жесткость
Торбеевский	4,9	-	Фтор
Чамзинский	7,0	54,3	Жесткость, железо, фтор
г.Саранск	14,5	100,0	Жесткость, железо, фтор
В целом по республике	10,1	75,6	

Качество питьевых вод во многом зависит от состояния водопроводной сети. На балансе предприятий жилищно-коммунального хозяйства состоят 1 117 км водопроводных сетей, 240 артезианских скважин, насосные станции второго и третьего подъемов общей мощностью 191,6 тыс. м³/сут. Общая протяженность трубопроводов локальных систем водоснабжения в сельской местности составляет 2 400 км, из которых 1 800 тупиковые. Более 40 % магистральных и уличных водопроводов находятся в аварийном состоянии и требуют замены. При выборочном лабораторном контроле удельный вес проб, не отвечающих санитарным требованиям по бактериологическим показателям, составил в системе коммунального водопровода более 10 %, ведомственного – свыше 18 %.

Процессы загрязнения особенно сильно проявляются на состоянии грунтовых вод. Около 21 % проб, отобранных из общественных шахтных колодцев, не соответствовали требованиям СанПиН.

Влияние горно-технических систем на состояние подземных вод.

Разработка месторождений полезных ископаемых часто сопровождается осушительными работами. Наиболее значительные изменения режима подземных вод на территории Мордовии наблюдаются на Будаевском месторождении карбонатных пород, расположенном в Ельниковском районе. В карьере "Лесной" производится отработка карбонатных пород ниже уровня подземных вод с глубины 7-10 м. Породы при помощи подводных взрывов дробятся и поднимаются на поверхность экскаватором. Взрывы производятся в подземных водах водоносного верхнекаменноугольного карбонатного горизонта. Водовмещающие породы являются полезной толщей и представлены пластообразной залежью переслаивающихся пачек доломитов, известняков и их переходных разностей. Карбонатные породы характеризуются повышенной трещиноватостью, невыдержанной прочностью как по площади, так и в разрезе. Слабые разности разрушены до состояния обломков и муки. Ослабленные породы отличаются повышенными показателями пористости и водопоглощения, что указывает на развитие карстовых процессов. Карст развит почти по всей площади полезной толщи, но наиболее закарстованными (по отдельным блокам 25,6 %) являются карбонатные породы, обводненные на глубину до 10 м.

Отработка карбонатных пород ниже уровня подземных вод началась в 1985 г. Уровень воды в то время устанавливался на абсолютных отметках 127-128 м. До 1989 г. из образовавшегося озера вода самотеком через отводной канал в объеме 20-25 тыс. м³/сут отводилась в р. Уркат. Затем отводной канал был ликвидирован, отток резко сократился. За эти годы уровень грунтовых вод снизился на 3 м.

Взрывы производятся гранулотолом, граммонитом и аллюмотолом с содержанием аммиачной селитры от 30 до 50 %. Плановый расход взрывчатых веществ составляет 200 т в год, фактически же тратится значительно меньше.

Изучение режима подземных вод проводилось по 15 наблюдательным скважинам, расположенным около обводненного карьера и далее по направлению движения подземных вод. Для изучения взаимосвязи поверхностных и подземных вод оборудовано 2 гидрологических поста: один в образовавшемся озере, другой на р. Уркат. Геоморфологически все скважины приурочены к долине Урката и расположены в пойме и на первой надпойменной террасе. Подземные воды водоносного верхнекаменноугольного карбонатного горизонта гидравлически связаны с поверхностными водами реки. Режим их относится к приречному и склоновому виду, и в соответствии с классификационной схемой В. С. Ковалевского они относятся к типу сезонного, преимущественно весеннего, питания.

Режим уровня характеризуется плавными колебаниями. Начало весеннего подъема приходится на конец февраля - начало марта, наивысшее значение отмечалось в конце апреля - начале мая, амплитуда составляла 0,28-1,03 м. В летний период отмечается медленное плавное снижение уровня, которое продолжается до конца года, летне-осенний минимум и осенне-зимний максимум или отсутствуют, или выражены очень слабо. Мониторинг подземных вод показал, что в меженный период 1994 г. наибольшие абсолютные отметки их уровня прослеживаются в северной и северо-восточной частях месторождения (127,0-129,0 м). Район обводненного карьера оконтуривается пьезоизогипсой 126,0 м. Общее направление потока подземных вод южное и юго-западное.

На территории Будаевского месторождения карбонатных пород подземные воды в естественных условиях пресные, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, гидрокарбонатные кальциево-магниевые с сухим остатком 0,2-

0,3 г/дм³ и общей жесткостью 3,5-5,4 ммоль/дм³. Микрокомпоненты Se, Al, Mo, Be, Cu, As, Zn присутствуют в подземных водах в незначительных количествах, ниже ГОСТ 1874-82 "Вода питьевая". Содержание марганца изменяется от 0,4 до 0,9 мг/дм³ при норме 0,1 мг/дм³; содержание свинца на 0,002 мг/дм³ выше нормы. Значительно превышает требования ГОСТа содержание общего железа. Его концентрация достигает 41,4 мг/дм³, что может быть вызвано близким залеганием водовмещающих пород к поверхности земли и прямой гидравлической связью с поверхностными водами.

При взрывах выделяется значительное количество тепла, разрываются связи бензольного кольца и в подземные воды попадают химически активные атомы углерода, азота, водорода и кислорода. Соединение перечисленных компонентов с химическими элементами окружающей среды приводит к образованию азотсодержащих элементов, агрессивной углекислоты, что в свою очередь способствует увеличению интенсивности карстово-суффозионного процесса. Однако в последнее время вследствие незначительной мощности взрывных работ, а иногда и полного их отсутствия концентрация азотсодержащих компонентов в подземных водах по сравнению с 1991-1992 гг. снизилась, но по-прежнему остается выше нормы.

Сразу после взрыва суммарное количество азотсодержащих соединений в обводненном карьере и близлежащих скважинах составляло 1,32-5,28 мг/дм³ (максимальное значение относится к обводненному карьере). На этот же период в скважинах, расположенных ниже по потоку подземных вод, уровень их изменился от 1,34 до 2,07 мг/дм³. В течение первых суток происходило накопление всех азотсодержащих компонентов, их количество в обводненном карьере и близлежащих скважинах увеличилось до 2,35-5,71 мг/дм³, далее по потоку до 1,98-2,15 мг/дм³. В последующие сутки по результатам опробования выявлена такая закономерность: в обводненном карьере и близлежащих скважинах происходило уменьшение концентрации азотсодержащих компонентов, а ниже по потоку подземных вод – их накопление. Через 8 суток после взрыва в первой группе скважин содержание азотсодержащих компонентов составило 1,45-2,80 мг/дм³, ниже по потоку, в районе сел Ельники и Чурино, – 1,37-2,88 мг/дм³. Через 20 суток отмечалось дальнейшее уменьшение уровня азотсодержащих соединений в первой группе скважин до 0,55-3,40 мг/дм³ и его увеличение во второй группе до 2,85-3,14 мг/дм³.

В целом за период наблюдений в химическом составе подземных вод существенных изменений не наблюдалось. Воды гидрокарбонатные кальциево-магниево-кальциевые и гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,2-0,3 г/дм³, общей жесткостью 1,46-4,71 ммоль/дм³. Микрокомпоненты Se, Al, Mo, Be, As, Zn присутствуют в незначительных количествах. По-прежнему в подземных водах отмечается высокое содержание общего железа.

Полное дробление породы происходит в обрабатываемой части полезной толщи, растрескивание породы и образование новых трещин вовлекает более обширную часть пласта, а расшатывание каверн и трещин и образование макротрещиноватости захватывает значительную площадь. Попавшие в подземные воды после взрыва углерод и кислород образуют углекислоту, которая, вступая во взаимодействие с известняками, выщелачивает и растворяет их. Кроме того, за счет постоянного контакта с воздухом (образовавшееся озеро) в подземные воды попадают из атмосферы химически активные элементы. Тепло, выделяющееся при взрыве, ускоряет прохождение химических реакций на границе порода – вода.

Верхняя часть карбонатных пород на глубине 0-5 и 5-10 м сильно дезинтегрирована, иногда до щебня и муки. Мощность разрушенных, закарстованных зон колеблется от 2-3 до 10-12 м. На участках водоносного горизонта, где существует прямая гидравлическая связь между эксплуатируемым и первым от поверхности водоносным горизонтом, происходит активизация карстово-суффозионных процессов, связанная не столько с растворением карбонатных пород, сколько с активизацией выноса рыхлых надкарбонатных отложений и доломитовой муки по трещинам в карбонатный массив. При этом на поверхности образуются карстово-суффозионные воронки.

7.2. Геотехнические системы на поверхностных водотоках

Современная освоенность ресурсов поверхностных вод. Поверхностные воды испытывают значительное техногенное воздействие. Несмотря на значительное загрязнение, они используются промышленными и сельскохозяйственными предприятиями на технологические нужды и орошение. Весьма интересна динамика использования поверхностных вод Мордовии. Так, в 1995 г. эта цифра составляла 29,7 млн м³, в 1996 – 20,3, в 1997 – 12,6 млн м³. В 1998 г. она упала до 6,9 млн м³, т. е. 0,15 % от естественных ресурсов годового речного стока республики. Снижение водопотребления из поверхностных источников произошло в основном вследствие уменьшения площади орошаемых земель и общего спада промышленного производства.

Данные по забору поверхностных вод и их использованию в 1998 г. по административным районам представлены в табл. 31.

Таблица 31

Использование поверхностных вод Мордовии, тыс. м³

Район	Общий водо-забор	Использовано на нужды		
		промышленности	орошения	Коммунально-бытовые
Ардатовский	200,9	166,9	-	34,0
Большеберезниковский	162,3	162,3	-	-
Зубово-Полянский	204,3	204,3	-	-
Ковылкинский	330,0	130,0	200,0	-
Лямбирский	300,0	-	300,0	-
Ромодановский	1 870,4	1 870,4	-	-
Рузаевский	40,0	-	40,0	-
Темниковский	22,2	22,1	-	0,1
Теньгушевский	243,3	243,3	-	-
Чамзинский	1 350,0	1 350,0	-	-
г. Саранск	2 188,9	975,9	1213	-
Итого	6 912,3	5 125,2	1753,0	34,1

Таким образом, на долю промышленных предприятий приходится 74 % от общего забора воды. Наиболее крупными потребителями поверхностных вод являются АО "Мордовэнерго" ТЭЦ-2 (975,9 тыс. м³), АО "Ромодановсахар" (1 870,4 тыс. м³) и ОАО "Мордовцемент" (1 291,0 тыс. м³), что в сумме составляет 80 % от используемых промышленностью поверхностных вод.

На орошение поверхностные воды используются только в пригородных

хозяйствах городов Саранск, Рузаевка и Ковылкино. Основные потребители – ТОО "Луховское" (1105,0 тыс. м³), ГУП "Тепличное" (108,0 тыс. м³).

На хозяйственно-питьевые нужды поверхностные воды в значительных объемах используются в рп. Тургенево Ардатовского района (34,1 тыс. м³), что обусловлено отсутствием качественных подземных вод вблизи этого населенного пункта.

Общая характеристика забора поверхностных вод по бассейнам рек за 1998 г. представлена в табл. 32 .

Таблица 32

Забор поверхностных вод по бассейнам рек, млн. м³ в год

Бассейн	Общий водозабор	Использовано на нужды		
		промышленности	орошения	коммунально-бытовые
Суры	6,11	4,53	1,55	0,03
в т. ч. Инсара	4,40	2,85	1,55	-
Мокши	0,79	0,59	0,20	-
в т. ч. Вада	0,45	0,45	-	-
Всего	6,90	5,12	1,75	0,03

Крупнейшими потребителями поверхностных вод в бассейне Инсара являются АО "Ромодановсахар", АО "Мордовэнерго" ТЭЦ-2 и ТОО "Луховское". Непосредственно из Суры забор воды осуществляет ОАО "Мордовцемент".

Значительно меньше используются ресурсы поверхностных вод бассейна Мокши. Непосредственно из этой реки водозабор осуществляют всего 4 хозяйства. В Ковылкинском районе это колхоз "Светлый путь", мясокомбинат "Первомайский" и крахмальный завод "Жегаловский" (соответственно 200, 130 и 5 тыс. м³ в год), а в Темниковском районе – АООТ "Красная Роза" (15,1 тыс. м³ в год). Из Вада забирают воду спиртзавод "Теньгушевский", Учреждение ЖХ/385 и завод "Дубитель" в Зубовой Поляне (соответственно 243, 158 и 46 тыс. м³ в год).

Сурский водовод. В 1981 г. "Гипрокоммунводоканалом" (г. Москва) был разработан проект Сурского водозабора производительностью 60 тыс. м³/сут для использования очищенной воды реки Суры на технологические цели 18 промышленными предприятиями северной промышленной зоны г. Саранска в объеме 52,26 тыс. м³/сут. Строительство объекта начато генеральным подрядчиком трестом "Мордовпромстрой" в 1984 г. К настоящему времени проложен водовод протяженностью 80,6 км, продолжается строительство станции очистки воды. При дальнейших работах по вводу в эксплуатацию Сурского водозабора следует учесть, что проложенный водовод в течение длительного времени подвергался интенсивной коррозии.

Пруды и водохранилища. Искусственные пруды и водохранилища на территории республики строились в основном с 1971 по 1988 г. Необходимость в этом была вызвана развитием оросительной мелиораций, так как засухи в регионе очень часты. Всего за указанный период было построено 98 водоемов с объемом воды 500 тыс. м³ и более каждый (табл. 33).

Таблица 33

Количество прудов и водохранилищ по районам Республики Мордовия

Район	Количество, шт.	Площадь, га	Объем, тыс. м ³
Ардатовский	6	180,0	5 625
Атюрьевский	4	67,4	2 941
Атяшевский	5	247,0	10 724
Большеберезниковский	5	140,0	5 372
Большеигнатовский	1	19,0	584
Дубенский	5	124,9	4 571
Зубово-Полянский	4	163,2	5 929
Инсарский	3	76,2	3 698
Ичалковский	5	101,0	3 938
Кадошкинский	1	25,9	780
Ковылкинский	5	267,7	6 541
Кочкуровский	4	292,5	10 378
Краснослободский	7	413,1	10 903
Лямбирский	16	604,6	18 826
Ромодановский	6	184,9	6 185
Рузаевский	4	199,6	6 650
Старошайговский	2	193,7	4 800
Темниковский	2	195,9	4 198
Теньгушевский	1	19,0	810
Торбеевский	1	73,5	2 030
Чамзинский	7	328,0	11 221
Октябрьский	4	68,1	3 220
Итого	98	3 985,2	129 924

Все водоемы сооружены по проектам и обеспечивают сезонное регулирование стока. Самые большие на р. Сарке в Атяшевском районе и р. Карнай в Кочкуровском, объем которых достигает 7,5 млн м³.

В настоящее время на территории республики расположено 149 прудов и водохранилищ общей площадью зеркала воды 4 300 га, в том числе объемом свыше 1 млн м³ – 44 водоема. Общая емкость водоемов 145 млн м³. Основное назначение водохранилищ – орошение сельскохозяйственных культур и рыбозаведение. Срок эксплуатации водоемов составляет 15-25 лет. Около 57 % гидротехнических сооружений находится в аварийном состоянии и требует капитального ремонта водосбросов, земляных плотин, донных водоспусков.

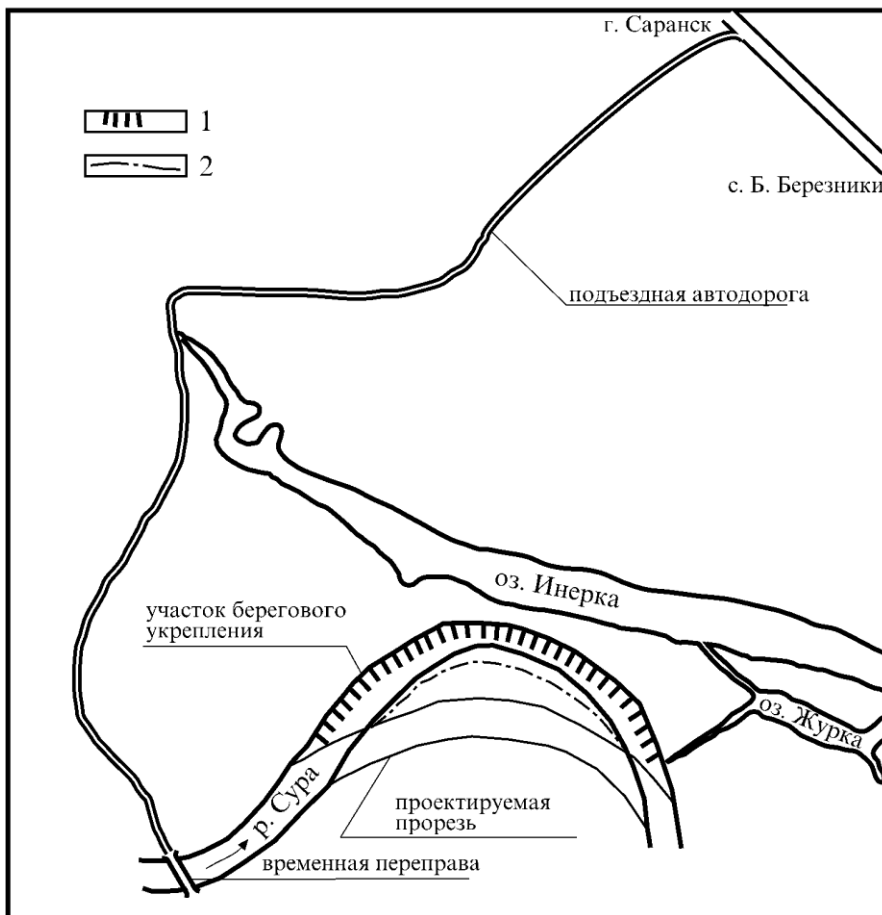
Строительство и эксплуатация прудов и водохранилищ сопровождаются локальными изменениями ландшафтов. Для качественной и количественной оценки их воздействия на природный комплекс необходимы специальные исследования, которые на территории республики не проводились.

Мостовые переходы. Значительное влияние на функционирование водных экосистем оказывают мостовые переходы, при строительстве которых во многих случаях подъездными дамбами частично или полностью перекрываются поймы рек, что нарушает гидрологический режим этого такого элемента долин. Это влечет за собой трансформацию экологических условий, изменение биологической продуктивности пойменных комплексов. Во многих случаях этого можно было бы избежать, применяя при строительстве специальные проекты, в частности низководные мосты. Положительные примеры таких решений имеются на р. Мокше у с. Русское Маскино в Краснослободском районе, на р. Алатырь у с. Луныга в Ардатовском районе и др.

Низконапорные русловые плотины. В годы активного гидромелио-

ративного освоения территории Мордовии (1975-1985 гг.) на значительном количестве рек для осуществления водозабора были построены низконапорные русловые плотины с напором около 2-3 м. В настоящее время большая их часть разрушена. Из крупных сооружений с напором до 5 м эксплуатируются русловые плотины на реках Алатырь в створе рп. Тургенево (водозабор АО "Лисма - АСТЗ"), Инсар в створе ТЭЦ-2 (водозабор ТЭЦ-2), Мокша в створе с. Токмово (Токмовская оросительная система), Исса в створе с. Большие Полянки (плотина бывшей ГЭС).

Значительные объемы гидротехнических работ выполнены по спрямлению русла р. Сура с целью сохранения оз. Инерка (рис. 25). На данном участке поймы вершина излучины Суры размывает перемычку между рекой и озером. Для предотвращения развития этого процесса кроме спрямления русла предусматривается строительство сопутствующих гидротехнических сооружений в ложбине, выходящей из оз. Журка. Необходимо отметить, что спрямление излучины окажет влияние и на нижележащий участок реки, где значительно изменится распределение зон размыва берегов и аккумуляции наносов. Переформирование русла (смена мест зимовальных ям, нерестилищ) изменит естественные экосистемы. Нарушатся и гидролого-экологические условия озер Инерка и Журка в результате засыпки старого русла реки Сура и бывших староречий, по которым происходит сток поверхностных вод с поймы и озер и которые служат их естественными регуляторами.



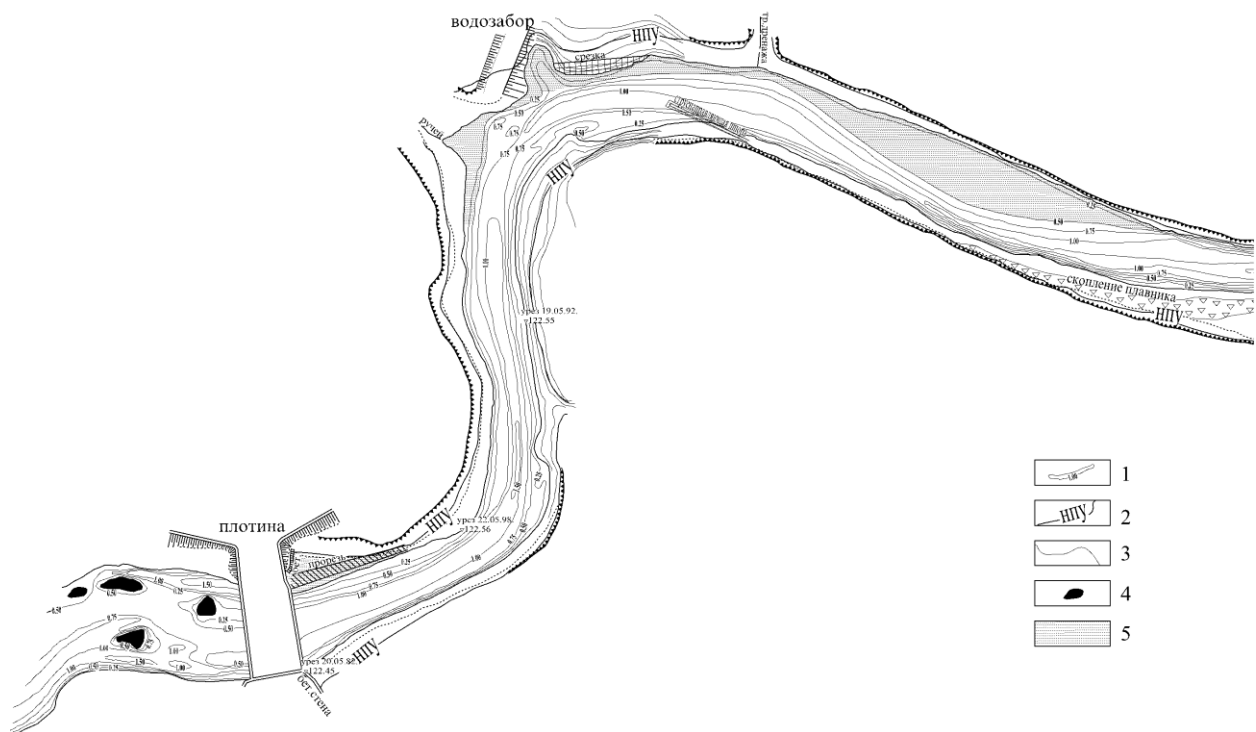
Р и с . 25 . Сегментная излучина левого берега Суры в районе оз. Инерка:

1 – береговые шпоры; 2 – линия подрезки

Актуален вопрос о технической эксплуатации водозаборных сооруже-

ний Сурского водовода, так как они могут оказаться в зонах размыва или аккумуляции в связи с переформированием участков русла, расположенных ниже строящейся прорези. Эта проблема требует дополнительных исследований. Альтернатива данному решению была предложена профессором Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова Р. С. Чаловым, проводившим экспертизу проекта. В целях сохранения естественного состояния русла он предложил комплекс берегоукрепительных работ, включающих строительство серии шпор (33 штуки) с подрезкой правобережной отмели на ширину, равную их размеру. К сожалению, руководство организации, осуществляющей строительство, не приняло во внимание предложенный вариант.

Деформации речного русла в результате антропогенного воздействия прослеживаются также на р. Мокше в створе Токмовской плотины (с. Андреевка Ковылкинского района). Сооружение введено в эксплуатацию в 1986 г. для создания руслового водохранилища с целью обеспечения водой Токмовской оросительной системы. В верхнем бьефе плотины из-за создавшегося подпора движение речного потока стало неравномерным, скорость течения убывает в направлении плотины. Вместе с тем изменилась транспортирующая способность потока, что привело к аккумуляции наносов по всей длине водохранилища. В районе насосной станции образовался обширный правобережный побочень, сложенный среднезернистыми песками и илами (рис. 26).



Р и с . 26 . Участок реки Мокши в районе в районе Токмовского гидроузла:
 1 – изобаты; 2 – нормальный подпорный уровень; 3 – горизонтали; 4 – острова;
 5 – побочни, мелководье

Такая же картина наблюдается в зоне водозабора, где происходят распад скоростного поля и образование зоны активной аккумуляции. Отмечается активизация переработки (эрозии) берегов водохранилища в пределах нижнего подпорного уровня, что увеличивает твердый сток реки. Большая часть нано-

сов аккумулируется в верхнем бьефе плотины. Происходит направленная трансформация продольного профиля – повышение его отметок, что подтверждается уменьшением глубин по мере продвижения к створу плотины.

Необходимо отметить, что интенсивность осадконакопления (в многолетнем плане) замедляется ввиду сезонного регулирования стока и пропуска весенних вод, что способствует выносу части наносов в нижний бьеф плотины.

Основными причинами, обуславливающими изменения рельефа русла и характера русловых деформаций ниже створа плотины, являются нарушение естественного режима стока воды и наносов. Водоохранилище задерживает большую часть взвешенных наносов и практически одну треть руслоформирующих. В нижнем бьефе имеются неустановившиеся движения потока, что определяет направленность процессов трансформации русла. Поступающий частично осветленный поток обладает большой трансформирующей способностью, поэтому на участке ниже плотины у правого берега (участок рыбохода) развивается глубинная эрозия. Продукты размыва ввиду расширения русла ниже створа плотин аккумулируются, образуя в нижнем бьефе цепочку осередков и островов. В дальнейшем эти скопления будут размываться у оголовков и наращиваться в ухвостьях, т. е. перемещаться вниз по течению.

При мелиоративном строительстве в республике часты случаи спрямления русел рек без достаточного изучения генезиса, морфологии и стадий развития излучин. Так, при сооружении осушительной сети на объекте "Обновление" Ельниковского района было спрямлено русло р. Кивчей, что привело в дальнейшем к аккумуляции выносимого рекой песка на осушенную пойму и, естественно, выводу этой площади из сельскохозяйственного использования.

Деструктивные последствия возникли при спрямлении русла р. Рябки и использовании его в качестве магистрального канала осушаемой территории между селами Самозлейка и Старая Рябка Краснослободского района. Вывод стока в оз. Чурилка нарушил его уровенный и термический режим, что отразилось на всей экосистеме.

Гидроэлектроэнергетические геотехнические системы имели важное значение в развитии народно-хозяйственного комплекса республики (табл. 34).

Таблица 34

Показатели работы отдельных колхозных и межколхозных электростанций Мордовии за 1951 г.

Наименование электростанции	Мощность станции, кВт	Выработано электроэнергии, кВт·ч
Инсарская	24	41824
Огаревская	10	7000
Сатисская	45	92000
Паньжинская	56	71800
Токмовская	56	38900
Пянгийская	10	900
Чеберчинская	20	8400
Зубово-Полянская	25	19000
Старосиндровская	70	78000
Троицкая	60	89832

Производство электроэнергии в Мордовии началось в середине XX в., с

созданием на Мокше и других реках небольших гидроэлектростанций. По состоянию на январь 1952 г. в республике насчитывалось 49 колхозных и межколхозных электростанций общей мощностью 1 482 кВт, из них 26 гидроэлектростанций мощностью 923 кВт и 23 теплоэлектростанции мощностью 559 кВт.

В 60-х гг. работали Рыбкинская, Тархановская и Кемлянская ГЭС (суммарная мощность около 3,5 млн кВт·ч в год). С изменением экономических условий практически все гидроэлектростанции были разрушены.

7.3. Геотехнические системы оборотного, повторного использования воды и очистные сооружения

В настоящее время очевидно, что одним из основных направлений решения проблем сохранения водных ресурсов является оптимизация их использования. В Мордовии по состоянию на 1 января 1998 г. на промышленных предприятиях действовали 84 системы оборотного и 15 повторного технологического водоснабжения общей производительностью 308 млн м³ в год, что в 2,5 раза больше общего водозабора по республике. Наиболее активно используется обратная и повторная вода саранскими предприятиями: АО "Мордовэнерго - ТЭЦ-2" – 194,8 млн м³ в год, ОАО "Биохимик" – 5,6, ОАО "Резинотехника" – 12,1, АО "Электровыпрямитель" – 4,5, АО "Центролит" – 11,1 млн м³ в год. Кроме того, последний для технологических целей использует воду, прошедшую через городские очистные сооружения, в объеме 15,0 тыс. м³/сут. Экономия свежей воды за счет оборотного и повторного использования составляет 92,5 %. В 1999-2005 гг. предусматривается ввести в действие системы оборотного водоснабжения еще на 2 предприятиях общей производительностью 5,6 тыс. м³/сут.

Одной из самых насущных проблем городского хозяйства всегда являлась проблема вывода сточных вод промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства с территорий населенных пунктов с последующей их очисткой и обезвреживанием. Для очистки сточных вод на территории республики функционируют 54 единицы очистных сооружений общей мощностью 106,87 млн м³ в год, в том числе со сбросом в водоемы – 102,33 млн м³ в год.

Централизованные системы канализации и очистные сооружения биологической и механической очистки имеются в Саранске, Рузаевке, Ковылкине, Краснослободске, Атяшеве, Кемле, Ромоданове, Чамзинке, Комсомольском и Лямбуре. Во всех остальных районных центрах и крупных рабочих поселках канализация развита незначительно. Она функционирует на отдельных промышленных предприятиях, в зданиях общественного назначения (бани, школы, больницы и т. д.) и многоэтажных жилых домах с очисткой стоков на полях фильтрации и септиках. В большинстве сельских населенных пунктов стоки сбрасываются без очистки в водоемы или выгребные ямы.

Самой совершенной и производительной централизованной системой канализации и очистки стоков обеспечен Саранск. В настоящее время канализационная сеть отсутствует лишь в районе Посопа и поселка им. Гагарина. На территории города сброс осуществляется через самотечные канализационные сети и коллекторы общей протяженностью 193 км на канализационные насосные станции.

Сточные воды поступают на очистные сооружения полной биологиче-

ской очистки производительностью 80 тыс. м³/сут. После доочистки на биологических прудах сточные воды сбрасываются в Инсар. Около 10 тыс. м³/сут очищенных сточных вод из биологических прудов 2-й ступени подается на станцию доочистки АО "Центролит" с последующим их применением на технологические нужды. Площадка очистных сооружений расположена к северо-востоку от города на правом берегу Инсара. Сюда поступают хозяйственно-фекальные стоки северо-западного, юго-западного, северо-восточного, центрального районов города и промышленные стоки от заводов. В настоящее время закончены работы по расширению и реконструкции существующих очистных сооружений с доведением их производительности до 160 тыс. м³/сут, или 58,4 млн м³ в год. Ряд промышленных предприятий имеет собственные локальные очистные сооружения по очистке загрязненных производственных стоков.

В Рузаевке, Краснослободске, Ковылкине, Чамзинке, Комсомольском, Ромоданове имеются централизованные системы канализации с очистными сооружениями полной биологической очистки. Сброс очищенных сточных вод производится в Инсар, Мокшу и Ную.

Важной задачей природоохранной деятельности на территории Мордовии является создание централизованных систем канализации в крупных поселках, в которых уже существуют ведомственные сооружения очистки сточных вод. В настоящее время они принимают стоки от жилищно-коммунального сектора. Такое положение сложилось в рп. Атяшево, Торбеево, Зубова Поляна, Тургенево. Мощность очистных сооружений достаточна для того объема стоков, что поступает на очистку.

Большую группу составляют населенные пункты, в которых технологический процесс очистки сточных вод имеет те или иные проблемы. Так, в Ардатове, Больших Березниках, Ичалках, Кемле только отдельные предприятия обеспечены маломощными очистными сооружениями, работающими с большой перегрузкой. В Ельниках свои очистные сооружения построил маслозавод, но они находятся в неудовлетворительном состоянии. В стадии возведения очистные сооружения в Темникове и Старом Шайгове, причем строительные работы идут крайне низкими темпами. В Инсаре, Ельниках, Старом Шайгове отсутствует централизованная система канализации, отдельные организации и предприятия сбрасывают сточные воды в овраги и речки без предварительной очистки. В остальных райцентрах (Атюрьево, Большое Игнатово, Дубенки, Кадошкино, Кочкурово, Теньгушево) население пользуется выгребными.

Следует отметить, что многие промышленные предприятия не всегда соблюдают регламент по сбросу загрязненных промышленных сточных вод, поэтому в осадках содержится большое количество солей тяжелых металлов, других вредных химических веществ, в связи с чем невозможно их сельскохозяйственное использование. Сточные воды промышленных предприятий должны проходить очистку на локальных очистных сооружениях перед сбросом их в городской коллектор.

Из общего количества очистных сооружений только около 30 % работают удовлетворительно. Наиболее эффективны они в Ковылкине и Краснослободске, на АО "Завод "Саранскабель", рузаевском заводе "Висмут". Многие очистные сооружения республики требуют реконструкции и капитального ремонта. Для снижения антропогенного воздействия на водные объекты разработана федеральная целевая программа "Возрождение Волги" которой предусмотрено строительство очистных сооружений и канализационных сетей в 14

населенных пунктах.

Общий сброс сточных вод на территории республики в 1998 г. составил 80,25 млн м³. Превышение забора воды над сбросом объясняется безвозвратным водопотреблением при орошении, использовании вод в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Общий сброс сточных вод в водные объекты в 1998 г. составил 63,57 млн м³ (по сравнению с 1997 г. снизился на 0,63 млн м³).

Основной сброс сточных вод в республике приходится на бассейн Суры – 58,91 млн м³ (92,6 % от общего сброса), так как на реках Алатырь, Инсар, Нуя и других сосредоточены основные промышленные центры Мордовии: Саранск, Рузаевка, Ардатов, Ромоданово, Чамзинка. В бассейн Мокши с ее притоками Вад, Сивинь, Исса в 1998 г. сброшено 4,66 млн м³ стоков.

Динамика поступления загрязняющих веществ в водные объекты представлена в табл. 35.

Таблица 35

Динамика поступления загрязняющих веществ в водные объекты

Загрязняющее вещество	Единица измерения	Год		Изменение, %
		1997	1998	
БПК полное	тыс. т	2,00	2,17	+8,5
Нефтепродукты	тыс. т	0,01	0,01	0,0
Взвешенные вещества	тыс. т	1,94	1,75	-9,8
Сухой остаток	тыс. т	58,40	59,34	+1,6
Сульфаты	тыс. т	11,15	9,50	-14,8
Хлориды	тыс. т	10,15	11,00	+7,7
Фосфор общий	т	191,31	145,31	-24,0
Азот аммонийный	т	929,85	816,92	-12,2
Нитраты	т	387,40	316,23	-18,4
СПАВ	т	4,56	3,58	-21,5
Жиры, масла	т	0,53	0,36	-32,1
Железо	т	16,70	14,85	-11,1
Медь	т	0,03	0,07	+57,0
Цинк	т	1,46	1,25	-13,4
Нитриты	т	31,69	73,94	+57,2
Никель	т	0,00	0,03	+100,0
Хром общий	т	0,06	0,01	-85,0
Фтор	т	107,54	104,37	-3,2

Основной объем таких загрязняющих веществ, как сульфаты, хлориды, фтор, азот аммонийный, нитриты, нитраты, СПАВ, жиры, железо, поступает в водные объекты через очистные сооружения коммунальных предприятий, которые принимают не только хозяйственно-бытовые, но и промышленные стоки. Масса загрязняющих веществ, сброшенных в водные объекты Мордовии за 1998 г., составила 85,25 тыс. т (табл. 36).

Таблица 36

Поступление загрязняющих веществ в водные объекты по бассейнам рек в 1998 г.

Загрязняющее вещество	Единица измерения	Бассейн р. Суры	Бассейн р. Мокши
Сточные воды	млн м ³	58,62	4,00
БПК полное	тыс. т	1,95	0,22
Нефтепродукты	тыс. т	0,01	0,00
Взвешенные вещества	тыс. т	1,50	0,25
Сухой остаток	тыс. т	56,37	2,97
Сульфаты	тыс. т	9,19	0,31
Хлориды	тыс. т	10,62	0,38
Фосфор общий	т	129,99	15,32
Азот аммонийный	т	779,77	37,15
Нитраты	т	303,14	13,09
СПАВ	т	3,41	0,17
Жиры, масла	т	0,36	0,00
Железо	т	13,93	0,92
Медь	т	0,07	0,00
Цинк	т	1,24	0,02
Никель	т	0,00	0,03
Хром общий	т	0,01	0,00
Нитриты	т	72,61	1,34
Фтор	т	104,37	0,00

Наибольшие техногенные нагрузки на поверхностные воды отмечаются в бассейне Суры.

7.4. Гидромелиоративные системы

В 80-х гг. намечалось к 2000 г. провести мелиоративные мероприятия в Мордовии на площади 409,5 тыс. га, в том числе орошение – на площади 134,0 тыс. га, осушение – 29,3 тыс. га, культуртехнические мероприятия на землях, не требующих осушения, – 246,2 тыс. га. В настоящее время в республике числится 44,8 тыс. га орошаемых земель и 29,2 тыс. га осушенных. Все гидромелиоративные системы по площади условно можно разделить на малые, средние и большие (табл. 37).

Таблица 37
Классификация и количество гидромелиоративных систем Мордовии

Гидромелиоративные системы	Малые (до 500 га)	Средние (от 500 до 1000 га)	Большие (более 1000 га)
Оросительные	110	15	5
Осушительные	119	14	2

Актуальность гидромелиоративного освоения территории Мордовии определяется спецификой сельскохозяйственного производства, протекающего в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения. При гидромелиоративном освоении формируется класс антропогенных ландшафтов, создаваемый для регулирования водного режима почв, осуществляется перераспределение влаги во времени и пространстве с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Источниками орошения яв-

ляются реки, водохранилища, пруды, подземные воды. Использование артезианских вод для этих целей нецелесообразно. Но в то же время некоторые районы республики при орошении используют артезианские скважины, и лишь 9 районов решают эту задачу целиком за счет ресурсов поверхностных вод. Следует расширить строительство прудов и водохранилищ, которые помимо основных задач по орошению земель будут выполнять рыбохозяйственные, рекреационные и другие функции.

Из осушенных земель под сенокосы используется 40 %, под пастбища – 35, под пашню – 25 %. На этих системах в неудовлетворительном состоянии находится 3,1 тыс. га угодий (т. е. уровень грунтовых вод там менее 0,5 м); остальные земли находятся в удовлетворительном и хорошем состоянии. Системы осушения в республике в целом самотечные, с открытой и комбинированной регулирующей сетью. Водоприемниками являются поверхностные источники. В настоящее время все осушительные системы функционируют, но на многих из них необходимо провести реконструкцию.

Из 44,8 тыс. га орошаемых земель 0,4 тыс. га находятся в неудовлетворительном состоянии (уровень грунтовых вод менее 1 м), остальные имеют удовлетворительное и хорошее гидрогеологомелиоративное состояние.

Средние и крупные оросительные системы оборудованы преимущественно стационарной сетью трубопроводов и насосными станциями. Дождевальное оборудование представлено в основном машинами "Фрегат", "Волжанка" и ДДН-70. В настоящее время в связи с трудными экономическими условиями почти все системы орошения требуют ремонта и доукомплектации поливным, энергетическим и насосно-силовым оборудованием.

В силу сложившихся обстоятельств сельскохозяйственный комплекс республики во многом зависит от правильного, научно обоснованного применения гидромелиоративных мероприятий. Но очень часто их осуществление приводит к столкновению интересов сельского хозяйства и охраны природы. Поэтому решение о проведении орошения или осушения земель должно приниматься лишь после составления исчерпывающего экологического обоснования и сравнения краткосрочных выгод с долгосрочными программами комплексного освоения территории.

Критерием верно подобранной концепции гидромелиоративного освоения территории должно быть устойчивое функционирование мелиорированных и сопряженных с ними типов местностей без их критического ухудшения, которое может проявляться в виде так называемых "вторичных" процессов и явлений: заболачивания, развития эрозии, оползней, загрязнения подземных вод и др.

7.5. Влияние выбросов промышленных предприятий на ландшафты

Поступление загрязняющих веществ в атмосферу Мордовии. Поверхностные и подземные воды на территории Мордовии имеют преимущественно атмосферное питание и вследствие этого их химический состав в значительной степени зависит от состояния атмосферы. По литературным данным [Пронин и др., 1994, 1995], талые воды на территории Русской равнины по сравнению с поверхностными и подземными значительно обогащены нитрит- и аммоний-ионами и различными тяжелыми металлами. Определение количества тяжелых металлов в снеговом покрове, выполненное при эколого-геохимических исследованиях [Пронин и др., 1994, 1995], показал, что основ-

ная их часть растворяется в талой воде. Находясь в миграционно-подвижной форме, они способны быстро проникать в поверхностные и подземные воды, пищевую цепь и организм человека.

При исследовании техногенного загрязнения воздуха целесообразно учитывать, что существуют макрорегиональное, трансграничное и глобальное загрязнение атмосферы, приводящие к постепенному накоплению экологических изменений в планетарном масштабе [Акимова, Хаскин, 1994], и загрязнение непосредственно среды обитания – приземного слоя воздуха в промышленных центрах, где большое число стационарных источников и транспортных средств сочетается с высокой плотностью населения.

Чистота атмосферного воздуха в значительной мере определяется уровнем развития производства и совершенством природоохранной деятельности. В развитых промышленных странах уровень очистки промышленных выбросов весьма высок и составляет, например, в ФРГ и Японии 70-75 %, а на отдельных объектах – 96 %. На территории Республики Мордовия объем улавливаемых загрязняющих веществ обычно не превышает 50 %, за исключением Чамзинского, Лямбирского, Большеигнатовского, Большеберезниковского и Кадошкинского районов.

Источники загрязнения делятся на две большие группы: стационарные (промышленные предприятия, энергетические установки и т.д.) и передвижные (различные транспортные средства). В зависимости от структуры источника выбросов (отрасли производства, уровня очистки промышленных выбросов и т.д.) и природных условий загрязнение окружающей среды может наблюдаться на расстоянии от нескольких метров до десятков километров. При этом наиболее контрастные атмо- и геохимические аномалии формируются, как правило, возле источников загрязнения.

Выбросы транспортных средств оказывают влияние на окружающую среду вдоль всего пути следования. Ширина полосы воздействия зависит от интенсивности движения, структуры транспортного потока и природных условий.

В последнее десятилетие XX в. на территории Мордовии отмечается некоторое сокращение выбросов загрязняющих веществ. В 1997 г. их общий объем составил 105 786 т, в том числе от стационарных источников – 47 371 т (45 % от всего объема выбросов) и передвижных – 58 415 т (55 %). Сокращение выбросов от стационарных источников на 45 %, а от передвижных – на 36 % объясняется развитием экономического кризиса.

Более 90 % всех выбросов от стационарных источников загрязнения приходится на пять основных отраслей: производство строительных материалов (36,9 %), электроэнергетика (30,3 %), сельское хозяйство (12,3 %), жилищно-коммунальное хозяйство (7,6 %), машиностроение и металлообработка (5,1 %). При этом на долю первых двух приходится 2/3 от общего объема выбросов.

В большинстве районов республики свыше половины выбросов осуществляют сельскохозяйственные предприятия. В Чамзинском районе 96 % объема загрязняющих веществ выбрасывают предприятия по производству строительных материалов. На территориях Саранска, Торбеевского, Теньгушевского и Ромодановского районов основными стационарными источниками загрязнения являются предприятия электроэнергетической отрасли. Выбросы предприятий машиностроения и металлообработки преобладают в Кадошкинском и Ардатовском районах. В Рузаевском районе выбросы жилищно-коммунального хозяйства составляют около 50 %.

В выбросах стационарных источников на территории республики преоб-

ладают: пыль неорганическая, зола, диоксид серы, окислы углерода и азота (табл. 38).

Таблица 38

Динамика выбросов стационарных источников, т

Загрязняющие вещества	1990 г.	1994 г.	1997 г.
Пыль неорганическая	48 754	15 303	12 880
Зола	6 973	2 492	1 203
Диоксид серы	23 358	9 610	9 886
Окислы углерода	24 779	10 645	7 522
Окислы азота	12 455	7 954	6 430

Очень опасным в структуре выбросов является диоксид серы, который при определенных природных условиях способствует образованию так называемых кислотных дождей, что приводит к существенному подкислению поверхностных вод. Поступление диоксида серы, а также оксидов азота вызывает более интенсивный переход некоторых металлов в растворимые формы в почвах и водных объектах. Среди других химических веществ, выбрасываемых в атмосферу, наиболее опасными являются тяжелые металлы (табл. 39).

Таблица 39

Объемы выбросов тяжелых металлов на территории Мордовии, кг

Тяжелые металлы и их соединения	1990 г.	1994 г.	1997 г.
Свинец	49,832	2,970	0,489
Кадмий	0,001	0,003	0,003
Окислы ванадия	36,268	11,410	9,432
Хром	1,895	0,611	0,565
Хлорид бария	0,658	0,083	0,025
Марганец	11,518	3,186	2,554
Медь	0,000	0,003	0,027
Никель	0,136	0,106	0,085
Цинк	1,091	3,862	1,775
Окислы железа	8,850	14,155	16,647
Ртуть металлическая	0,018	0,006	0,008

Следует учитывать, что значительное количество тяжелых металлов содержится в неорганической пыли, саже, золе и пр. Состав и концентрация химических элементов в пыли зависит от типа производства (табл. 40).

Пыль предприятий полиграфической промышленности содержит аномальные концентрации свинца, цинка и олова. Минеральные удобрения, применяемые в сельском хозяйстве, обогащены стронцием, иттрием, иттербием, оловом и кадмием. Жилищно-коммунальное хозяйство выбрасывает в атмосферу прежде всего газообразные и жидкие вещества, преимущественно окись углерода, окислы азота, метан.

Среди передвижных источников загрязнения ведущая роль принадлежит автотранспорту. В его выбросах содержатся свинец, медь, никель и хром. Пыль, образующаяся при истирании шин, обогащена цинком и кадмием. Наиболее вредными веществами в выбросах автотранспорта являются оксид

углерода (0,5-10,0 % объемов выбросов), оксид азота (до 0,8 %), несгоревшие углеводороды (0,2-3,0 %). Кроме того, в течение одного года автомобиль выбрасывает в среднем около 1 кг свинца [Сает и др., 1990].

Таблица 40

Ассоциации химических элементов и их относительная концентрация в пыли некоторых производств [Сает и др., 1990]

Производственный процесс	Ряды относительной концентрации			
	n·1000	n·100	n·10	n·1
Машиностроение и металлообработка				
Литье чугуна	-	-	Zn, W	Mo, Sn, Pb, Cu, Cr
Литье стали	-	-	Sn, Sb, W, Ni	Mn, Zn, B, Pb, Mo
Кузнечно-прессовое производство	-	Zn	W, Mn	Mo, Ni, Sn, Co, Pb
Механическая обработка черных металлов	-	W, Mo, Cu	Cr, Ni, Co, Zn	Mn, V, Pb, Sn
Механическая обработка цветных металлов	Cu, Zn, Pb	Cr, Ni	W, Sn	Co, Mo, V
Производство и заточка инструмента	W	Mo, Co, Sn, Pb, Sb	Cr, Cu, Ni, V	Zn, Sc
Химическое производство				
Производство чистых веществ	W	Sb, Sn, Cd, Hf	Ag, Pb, Zn, Bi, Nb	Cu, Mo, Ni, Zn
Измельчение компонентов для производства пластмассы	-	-	Pb, Sb, Sn, W	Sn
Производство строительных материалов				
Обжиг цементной шихты	-	Ag	Sb, Zn, Bi, W	Sn, Tl, Cu, Mo, Ba
Помол цементного клинкера	-	-	Sb	Zn, Mo, Cu, Sc, Ba, Ag
Производство керамзита	-	Pb	W, Ag, Bi, Mo	Co, Zn, Cu, Ni, V, Cr
Производство перлитовых плит	-	W, Sb	Mo, Pb	Sn, Sr, V, Co, Ni, Zn
Производство огнеупорного кирпича	-	Sb, Pb	Bi	V, Cu, Cr, Sn, Ga, Zn
Энергетика				
Сжигание угля на ТЭС	-	-	B, Pb, Mo, Ge	Be, Li, V, Ni, Cu, Zn, Ag, W
Сжигание мазута на ТЭС	-	V, Ni	Cr, Zn, Mo, W, Pb	Cu, Ag, Sn

Для территории Мордовии характерна неравномерность в размещении крупных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (табл. 41). Практически на три района – Чамзинский, Горбеевский и Октябрьский – при-

ходится более 70 % всех выбросов от стационарных источников.

Таблица 41

Валовые выбросы загрязняющих веществ в 1998 г., тыс. т

Район	Выброшено	% от общего объема	Динамика по сравнению с предыдущим годом
Ардатовский	0,696	1,47	+0,027
Атюрьевский	0,135	0,30	-0,012
Атяшевский	0,516	1,09	-0,020
Большеберезниковский	0,442	0,93	-0,081
Большеигнатовский	0,171	0,40	-0,026
Дубенский	0,214	0,45	-0,020
Ельниковский	0,241	0,51	-0,025
Зубово-Полянский	1,803	3,80	-0,023
Инсарский	0,243	0,51	-0,054
Ичалковский	0,346	0,73	-0,008
Кадошкинский	0,309	0,65	-0,001
Ковылкинский	1,132	2,39	-0,484
Кочкуровский	0,190	0,40	0,000
Краснослободский	0,408	0,86	-0,058
Лямбирский	0,509	1,08	-0,100
Ромодановский	0,884	1,87	+0,041
Рузаевский	1,859	3,93	-0,060
Старошайговский	0,237	0,50	+0,001
Темниковский	0,246	0,52	-0,025
Теньгушевский	0,845	1,77	-0,275
Торбеевский	6,035	12,76	-1,520
Чамзинский	16,678	35,20	+3,504
г. Саранск	13,231	28,00	-1,834

Наиболее высоким содержанием веществ, относящихся к первому и второму классам опасности, характеризуются выбросы в городах Саранске, Рузаевке, Инсарском, Торбеевском, Краснослободском, Чамзинском и Кочкуровском районах.

Загрязнение снежного покрова. Комплексный эколого-геохимический анализ территории позволяет оценить пути поступления загрязняющих веществ в ландшафты и природные воды, дать характеристику их современного состояния и наметить пункты для мониторинга.

Традиционным подходом эколого-геохимической оценки является изучение депонирующих сред: снежного покрова, почв и донных отложений. Необходимо рассматривать их по отдельности и в совокупности как звенья единой региональной системы.

Необходимо обратить внимание, что тяжелые металлы попадают в гидросферу не только в результате прямого сброса загрязняющих веществ, но и из атмосферы – за счет осадков. Исследования, проведенные в последние годы [Богдановский, 1994], показали, что они вносят немалый вклад в общее загрязнение гидросферы. Так, расчеты свидетельствуют, что концентрация свинца в поверхностных водах северной части Атлантического океана за по-

следние несколько десятилетий возросла на порядок (с 0,01 до 0,09 мкг/л).

Научно-производственным центром экологических исследований Мордовского университета в 1993-1995 гг. были выполнены работы по картографированию загрязнения снежного покрова республики. Накопление пыли в нем происходит за счет ее выпадения из атмосферного воздуха в зимний период. Составлена карта загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова по величине суммарного показателя загрязнения снега (рис. 27).

Анализ загрязнения снежного покрова на территории республики показывает, что для большей ее части характерен слабый уровень загрязнения. Низкий уровень отмечается возле некоторых населенных пунктов и на отдельных участках автодорог. Площадь аномальных зон варьирует от 2 до 500 км². Наибольшие территории с низким уровнем загрязнения зарегистрированы вокруг Саранско-Рузаевского, Ардатовско-Тургеневского промышленных узлов, а также возле Ковылкина, Краснослободска, Торбеева и др. В аномальных зонах отмечается высокое содержание свинца, олова, молибдена, меди, никеля, галлия, реже – стронция, хрома, скандия и др.

Участки со средним и высоким уровнями загрязнения снега выявлены на территориях городов Саранск, Рузаевка, Ардатов, Ковылкино и др. Качественный состав аномальных химических элементов сходен с указанным выше.

В результате таяния снега значительная доля химических элементов с тальми водами поступает в почвы, поверхностные и грунтовые воды, что приводит к загрязнению ландшафтов и ухудшению качества воды.

Геохимические условия ландшафтов. В ландшафтной оболочке активно протекают процессы взаимодействия атмосферы, литосферы, гидросферы, живого вещества и техногенеза. Их проявление в ландшафтах подчиняется определенным географическим закономерностям. Парагенетическую ассоциацию элементарных ландшафтов, сменяющих друг друга от местного водораздела к местному базису эрозии и связанных между собой латерально направленными миграционными потоками, М. А. Глазовская [1988] предложила называть ландшафтно-геохимической катеной или простейшей каскадной ландшафтно-геохимической системой. Совокупность ландшафтно-геохимических катен, ограниченных общим водосбором, образует ландшафтно-геохимическую арену. В зависимости от порядка водосборных, а соответственно и солесборных бассейнов выделяются мега-, макро-, мезо- и микроарены.

Мордовия расположена на территориях Сурской ландшафтно-геохимической макроарены и Мокшинской мезоарены, являющихся составными частями Волжской мегаарены. Солевой сток в восточной части республики осуществляется в Суру, а в западной – в Мокшу. Ландшафтно-геохимические катены на территории Сурской макроарены образованы ландшафтами широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных и эрозионно-денудационных равнин, а севернее реки Алатырь – смешанных лесов водно-ледниковых равнин. В Мокшинской мезоарене преобладают ландшафтно-геохимические катены водно-ледниковых и вторичных моренных равнин.

Катены водно-ледниковых равнин характеризуются широкими слабодренированными приводораздельными пространствами и пологими слаборасчлененными склонами, сложенными аллювиально-флювиогляциальными песками с прослоями глин (детальная характеристика ландшафтов приводится в разд. 2). Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и имеют спорадическое распространение. В структуре почвенного покрова катен водно-ледниковых равнин преобладают подзолистые почвы, что обуславливает фор-

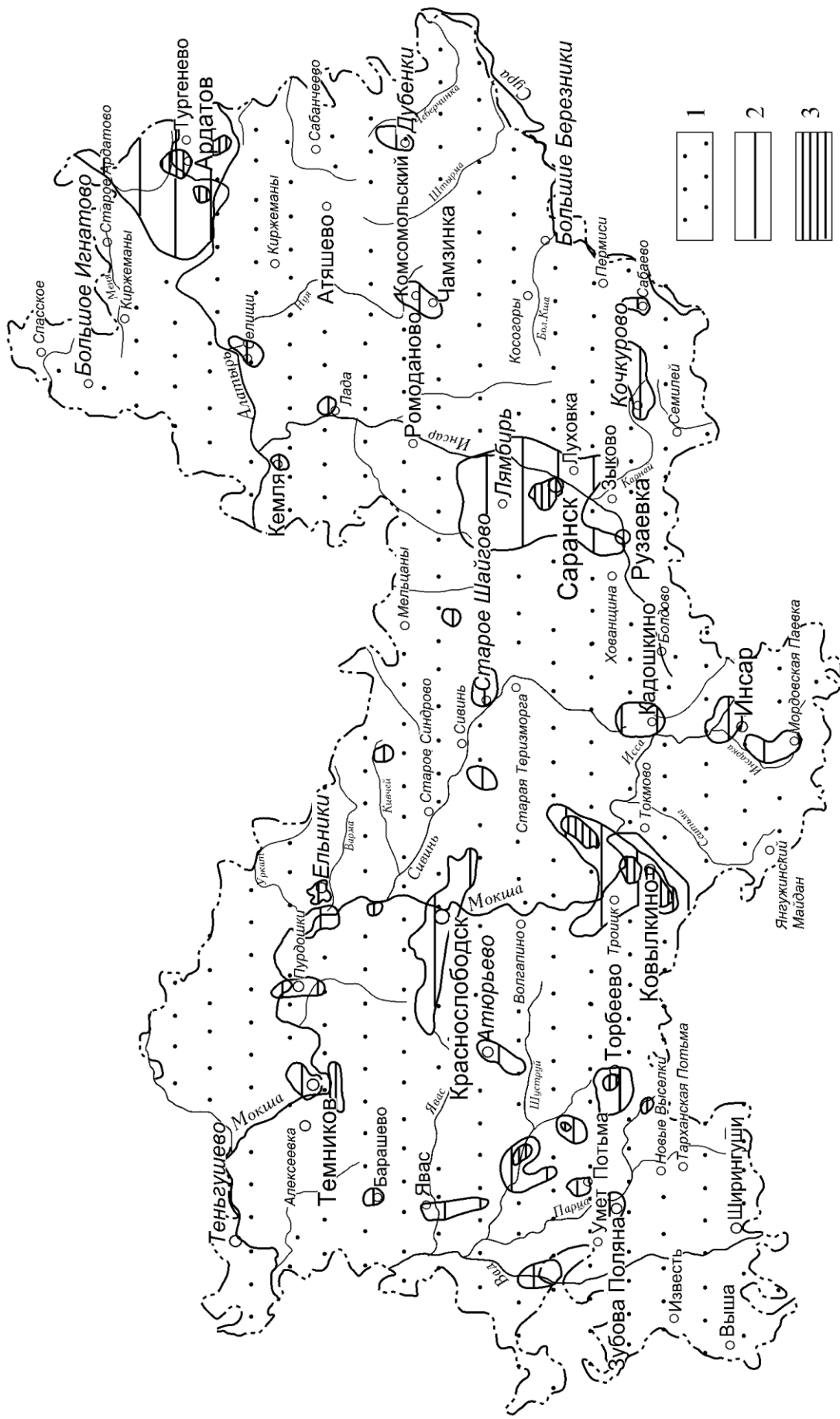


Рис. 27. Загрязнение тяжелыми металлами снежного покрова:
 Уровни загрязнения: 1 - слабый; 2 - низкий; 3 - средний

мирование в них кислого класса водной миграции. В западинах и котловинных формах рельефа с болотно-подзолистыми и торфяными болотными почвами формируется кислый глеевый класс водной миграции. На супераквальных ландшафтах высокой поймы рек почвы обладают слабокислой и нейтральной средой, что приводит к развитию в данных ландшафтах кислого, переходного к кальциевому класса водной миграции.

Промывной характер водного режима и кислая среда способствуют выщелачиванию из верхнего слоя почв химических элементов и частичной их аккумуляции в иллювиальных горизонтах. Латеральная миграция проявляется в выносе вещества с водораздельных геоконплексов и накоплении его в нижних участках склонов и поймах рек.

Склоновая смена геоконплексов в ландшафтно-геохимических катенах вторичных моренных равнин обуславливает изменение физико-геохимических условий почв от водоразделов к нижним участкам склонов. Это проявляется в уменьшении кислотности почв вниз по склону и изменении слабокислого состава ландшафтных вод на нейтральный. От водораздела к подошве склона уменьшаются значения гидролитической кислотности, а сумма поглощенных оснований увеличивается.

Следовательно, для катен вторичных моренных равнин характерно изменение вниз по склону слабокислого, переходного к кальциевому класса водной миграции на кальциевый. Это создает благоприятные условия для миграции большинства тяжелых металлов вниз по склону. Так, минимальные концентрации марганца, свинца и циркония наблюдаются в трансэлювиальных ландшафтах, занимающих верхние участки склонов и обладающих наибольшим латеральным выносом вещества. В супераквальных ландшафтах в почвах накапливаются молибден, бериллий, барий и свинец.

Выделенные в ландшафтах вторичных моренных равнин геохимические закономерности проявляются и в ландшафтах широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин. Кроме того, присутствие останцово-водораздельных массивов, сложенных карбонатными породами, способствует формированию карбонатного класса водной миграции.

Содержание тяжелых металлов в почвах Мордовии. Почвы являются основным ядром геохимического ландшафта. Именно в них протекают важнейшие геохимические процессы, определяющие условия миграции, рассеивания и концентрации атомов [Перельман, 1975; Глазовская, 1988, и др.]. Поэтому при геохимическом изучении ландшафтов наибольшее внимание уделяется почвам. Геохимическое картирование осуществлялось на ключевых участках по профилям, а на остальной территории – как маршрутные исследования. Изучалось содержание тяжелых металлов в различных горизонтах почв и более детально в верхнем слое.

Ландшафтная структура территории в значительной мере определяет вариабельность концентраций микроэлементов в верхнем горизонте почв. Наименьшее содержание тяжелых металлов в верхнем их слое характерно для ландшафтно-геохимических катен водно-ледниковых равнин. Более высокие концентрации химических элементов отмечаются в катенах широколиственных лесов эрозионно-денудационных равнин. Наибольшее содержание тяжелых металлов наблюдается в ландшафтах вторичных моренных равнин, при этом максимальные значения характерны для черноземов. Но два последних типа катен статистически неразличимы между собой, что свидетельствует о том, что в целом территория Мордовии в геохимическом отношении может быть подразделена на два больших класса, соответствующих в основном ПТК

низменностей и возвышенностей. Эти результаты хорошо согласуются с приводимыми в специальной литературе данными о концентрациях микроэлементов в разных типах ландшафтов Мордовии [Щетинина, 1990].

Полученные выводы подтверждает анализ карты уровней содержания тяжелых металлов в почвах Республики Мордовия (рис. 28).

Геохимические аномалии, образованные за счет естественных миграционных потоков, на изучаемой территории характеризуются слабой контрастностью, что объясняется близкими физико-химическими свойствами почв. Концентрация химических элементов в аномальных зонах, как правило, не превышает фоновые значения в 2-3 раза. Чаще всего отмечаются аномалии ванадия, бария и кобальта, реже – стронция и никеля.

Антропогенные геохимические аномалии тяжелых металлов в почвах республики обладают большей контрастностью, чем природные. Они формируются возле промышленных предприятий. Состав химических элементов, накапливающихся в почвах, в значительной степени зависит от источника загрязнения. В районе крупных промышленных центров одновременное воздействие на окружающую среду оказывает не один, а несколько источников загрязнения. Это приводит к формированию техногенных ореолов рассеяния, содержащих химические элементы, характерные для разных производств.

Основные промышленные предприятия республики расположены в ландшафтно-геохимических катенах вторичных моренных равнин (Саранск, Рузаевка, Чамзинка, Комсомольский, Ардатов, Тургенево, Краснаслободск и др.). Широкое распространение черноземов способствует образованию контрастных антропогенных геохимических аномалий. Чаще всего в почвах отмечаются повышенные концентрации свинца, цинка, ванадия, стронция, меди и молибдена, реже – кобальта, никеля, бария и иттрия. Максимальные значения большинства химических элементов в почвах наблюдаются на территориях городов Саранск и Рузаевка. Содержание свинца и цинка на отдельных участках превышает фоновые значения более чем в 10 раз. Изменение кислотности почв в результате выпадения кислотных дождей приводит к увеличению подвижных форм тяжелых металлов, что способствует их поступлению в подземные и поверхностные воды.

Физико-химические характеристики почв ландшафтно-геохимических катен водно-ледниковых равнин не благоприятствуют накоплению в них большинства тяжелых металлов. Техногенные ореолы рассеяния, сформированные в данных ландшафтах, отличаются меньшей контрастностью аномальных химических элементов. В то же время хорошие фильтрационные характеристики почв и кислая среда создают благоприятные условия для миграции тяжелых металлов и поступления их в грунтовые и поверхностные воды.

На большей части Мордовии содержание химических элементов в почвах определяется естественными условиями их формирования. Техногенное загрязнение почвенного покрова отмечается около промышленных предприятий и вдоль отдельных участков автодорог.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях. Химические вещества, поступающие с выбросами промышленных предприятий и транспортных средств в окружающую среду, частично накапливаются в почвах и растениях, а частично с миграционными потоками поступают в поверхностные и подземные воды. В зависимости от формы, в которой находятся химические элементы, они могут растворяться или оставаться в твердой форме. В результате геохимического стока атомы мигрируют в пониженные участки местности и частично аккумулируются в донных отложениях, концен-

тра-

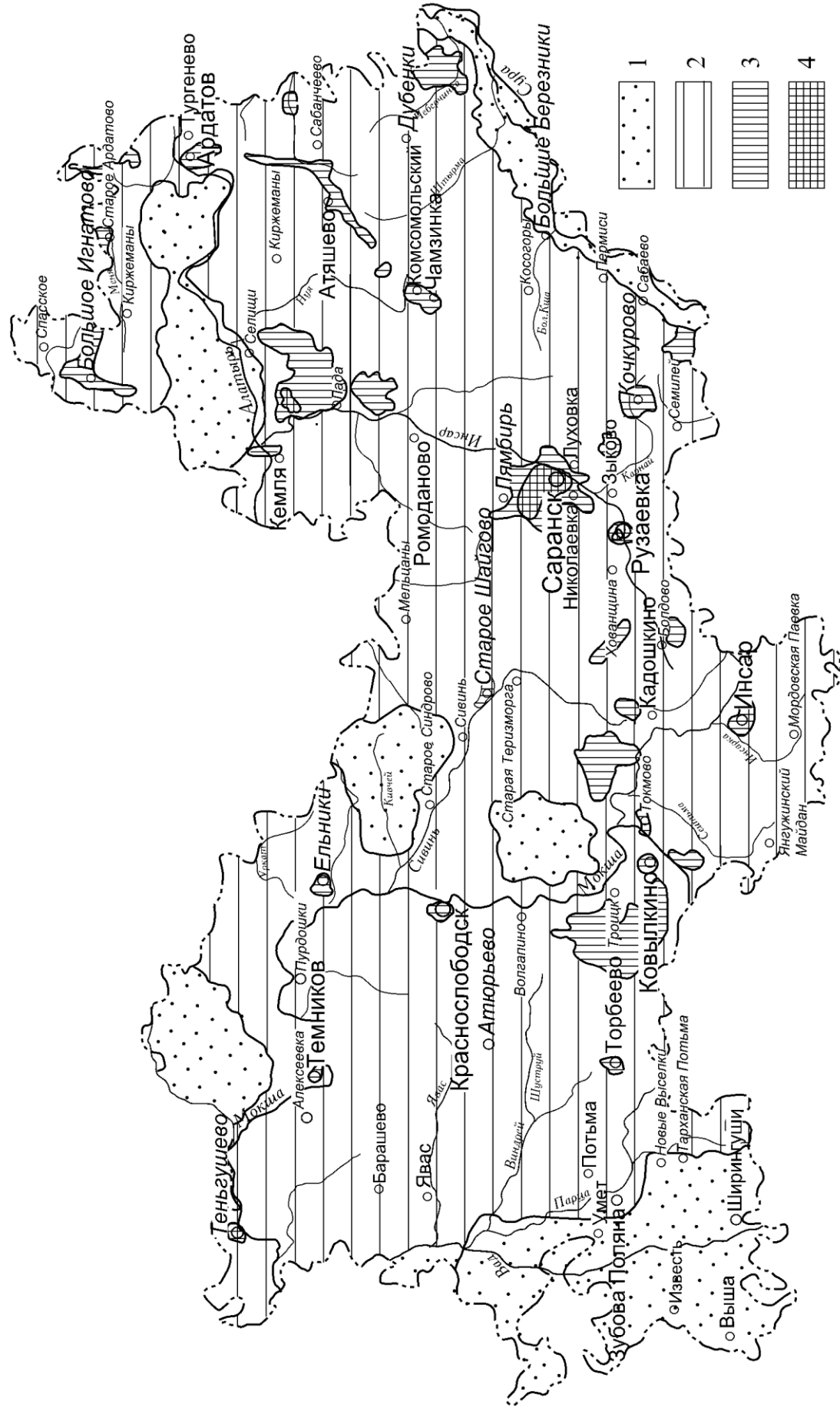


Рис. 28. Уровни содержания тяжелых металлов в почвах.

1 - от 0,5 до 1 фонового значения; 2 - от 1 до 2 фоновых значений; 3 - от 2 до 3 фоновых значений; 4 - более 3 фоновых значений

ция химических элементов в которых зависит от загрязненности водного объекта.

Наибольшее содержание химических веществ отмечается в донных отложениях Сурской ландшафтно-геохимической макроарены, в которой они имеют преимущественно глинистый и суглинистый характер.

Наибольшей контрастностью отличаются донные отложения рек Инсар, Нуя, Пьяна и Рудня. В районе г. Рузаевка донные отложения реки Инсар содержат аномальные концентрации цинка, свинца, галлия, кобальта, ванадия, бария, циркония, бериллия и скандия. Ниже Саранска помимо вышеперечисленных элементов отмечены повышенные концентрации олова и никеля.

В реке Пьяна и ее притоках (Пьянка и Саля) донные грунты накапливают цинк, свинец, кобальт, хром, стронций, барий, ванадий, галлий и цирконий.

Широкое распространение в Мокшинской ландшафтно-геохимической мезоарене песчаных отложений не способствует накоплению тяжелых металлов в донных отложениях. Только в реке Иссе наблюдаются аномальные концентрации свинца, цинка, галлия и бериллия, а местами – ванадия, циркония, бария и скандия.

Высокое содержание тяжелых металлов в донных отложениях рек Инсар, Нуя и Иссы свидетельствует о значительной их загрязненности. Слабая защищенность грунтовых вод в ландшафтах водно-ледниковых равнин может привести к их техногенному загрязнению.

Важное значение при региональном мониторинге приобретает гидрогеохимическое обследование окружающей среды с учетом выявленных закономерностей. В качестве интегрального индикатора техногенной нагрузки на водосборы могут служить донные отложения.

7.6. Мониторинг качества поверхностных вод

Гидрохимическое состояние рек Мордовии контролируется с 1995 г. Мордовкомводом и с 1998 г. – Комитетом природных ресурсов по Республике Мордовия. Мониторинг поверхностных водных объектов федерального уровня ведется по 4 рекам: Мокша, Вад, Алатырь и Сура на входе и выходе с территории республики; кроме того, контролируется качество воды в малых реках: Инсар, Сивинь, Исса, Нуя и др.

Обработка гидрохимической информации ведется с использованием программы "Гидрохимия", которая позволяет получить табличную и графическую информацию о концентрациях загрязняющих веществ в исследуемых створах, изменении концентраций по створам за определенный период наблюдений. Программа также предусматривает выполнение расчетных характеристик качества воды.

Важными показателями качества воды являются предельно допустимая концентрация (ПДК) и индекс загрязненности воды (ИЗВ). ПДК – основной гигиенический норматив, положенный в основу современного водно-санитарного законодательства. Нормативы ПДК (мг/л) разработаны для всех возможных веществ, поступающих в водоемы. ИЗВ позволяет получить интегральную оценку качества воды, основываясь на кратности превышений ПДК по отдельным ингредиентам. Отнесение качества воды к конкретному классу осуществляется на основе специальных критериев интервального типа для значений ИЗВ. Различают следующие 7 классов: вода очень чистая (ИЗВ до 0,3); чистая (0,3-1,0); умеренно загрязненная (1,0-2,5); загрязненная (2,5-4,0);

Створ у с. Николаевка характеризует качество воды на выходе реки из республики. На начало наблюдений качество воды характеризовалось значительным превышением ПДК для рыбохозяйственных водоемов по содержанию меди – 17 ПДК, цинка – 5 ПДК, БПК₅ – 3,29 ПДК, NO₂ – 1,2 ПДК. Всего отмечено превышение по 8 показателям. В 1998 г. зафиксированы превышения ПДК по 9 показателям, из которых наиболее значительны медь – 9 ПДК, цинк – 1,7 ПДК, нефтепродукты – 2,59 ПДК, железо – 3,1 ПДК, фосфаты – 1,5 ПДК, NH₄ – 6,5 ПДК (табл. 43). Величина ИЗВ 3,33, что соответствует 4-му классу качества, т.е. загрязненная вода.

Таблица 43

Качество воды р. Сура в створе у с. Николаевка Большеберезниковского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК
рН	7,00	1,076	6,800	1,046	6,750	1,038	5,944	0,914
Прозрачность	--	--	15,33	--	18,75	--	14,50	--
Взвешенные вещества	52,50	--	40,98	--	28,95	--	100,4	--
Растворенный О ₂	8,330	1,388	7,420	1,236	7,175	1,195	7,190	1,198
Сухой остаток	218,0	0,218	246,2	0,246	146,5	0,146	321,6	0,321
Хлориды	19,20	0,064	32,76	0,109	25,75	0,085	15,05	0,050
Сульфаты	35,50	0,355	79,43	0,794	33,15	0,331	38,65	0,386
Жесткость	--	--	5,416	--	4,625	--	2,664	--
Кальций	--	--	54,73	0,304	42,05	0,233	49,43	0,274
Магний	--	--	26,11	0,625	30,72	0,768	13,98	0,349
ХПК	5,750	--	15,30	--	33,50	--	47,72	--
БПК ₅	6,590	3,295	4,325	2,162	3,200	1,600	2,365	1,182
Азот аммонийный	0,295	0,757	0,645	1,654	0,400	1,025	2,573	6,599
Азот нитритный	0,024	1,215	1,137	6,875	0,165	8,250	0,030	1,535
Азот нитратный	0,536	0,058	1,904	0,209	2,175	0,239	0,216	0,023
Фосфаты	0,085	0,425	0,138	0,690	0,125	0,625	0,303	1,519
Железо общее	1,385	2,770	0,134	0,268	0,245	0,490	1,561	3,122
Нефтепродукты	0,062	1,250	0,261	5,225	0,020	0,400	0,129	2,594
СПАВ	--	--	0,225	0,450	0,193	0,386	0,118	0,236
Медь	0,017	17,00	0,004	4,000	0,000	0,000	0,009	9,000
Цинк	0,050	5,000	0,019	1,960	0,000	0,000	0,017	1,721
Хром, 6+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,050
Хром, 3+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,802
Марганец	--	--	--	--	0,002	0,200	0,000	0,000
Никель	0,001	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,111

В целом вода в створе у с. Николаевка характеризуется более высоким классом качества, т. е. на участке прохождения Суры по Республике Мордовия она значительно самоочищается.

Качественный состав воды р. Инсар контролируется в створе, расположенном в 120 км от устья у с. Монастырское (до Саранска). Превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов на начало наблюдений отмечалось по 8 показателям. Основные загрязняющие компоненты – соли тяжелых металлов.

Концентрация цинка составляла 14,28 ПДК, меди – 8,6 ПДК, солей аммония (азот аммонийный) – 5,5 ПДК, азота нитритов – 4,99 ПДК. За четыре года наблюдений произошло увеличение концентраций в долях ПДК по содержанию меди на 64,8, фосфатов – на 2,46. В 1998 г. отмечено снижение концентраций загрязняющих веществ по сравнению с 1995 г. по 9 показателям: цинка – на 13,08, хрома 6+ – на 0,36, хрома 3+ – на 0,29, никеля – на 0,6, железа – на 0,88, нефтепродуктов – на 0,32 (в долях ПДК). В целом наблюдаются некоторая стабилизация и незначительное улучшение качества воды (табл. 44). Это связано прежде всего с уменьшением сброса загрязняющих веществ промышленными предприятиями г. Рузаевка. Величина индекса загрязнения составила 6,7. По степени загрязнения р. Инсар относится к 6-му классу качества, т. е. очень грязная.

Таблица 44

Качество воды р. Инсар в створе у с. Монастырское, Октябрьский район г. Саранска (в среднем за 1995-1998 гг.)

Показатель	Количество наблюдений		Значение ПДК, мг/л	Кратность превышения нормативов (ПДК)			Уровень загрязненности	Оценочный балл по кратности превышения нормативов
	всего	с превышением ПДК		минимальная	максимальная	средняя		
Медь	10	6	0,00	0,00	147	21,3	средний	2,69
Цинк	13	6	0,01	0,00	60	6,34	средний	2,54
Нефтепродукты	12	12	0,05	0,00	38	5,68	средний	2,13
Азот аммонийный	13	11	0,39	0,99	9,28	4,32	средний	2,29
Азот нитритный	12	5	0,02	0,02	10,5	4,09	средний	2,26
Фосфаты	12	5	0,2	0,06	5,17	1,97	низкий	1,97
БПК ₅	11	10	2	0,15	3,04	1,53	низкий	1,53
Железо общее	14	7	0,5	0,02	2,2	1,42	низкий	1,42
Растворенный O ₂	12	1	6	0,63	1,46	1,01	низкий	1,01
Магний	10	2	40	0,38	1,82	0,64	не превышался	0,00
Сульфаты	14	1	100	0,18	1,4	0,64	не превышался	0,00
Сухой остаток	14	1	1000	0,21	1,55	0,59	не превышался	0,00
Кальций	10	0	180	0,35	0,63	0,54	не превышался	0,00
СПАВ	8	0	0,5	0,09	1,0	0,46	не превышался	0,00
Никель	12	1	0,01	0,00	2	0,37	не превышался	0,00
Хлориды	14	0	300	0,07	0,32	0,19	не превышался	0,00
Азот нитратный	7	0	9,1	0,01	0,44	0,18	не превышался	0,00
Хром 6 ⁺	11	0	0,02	0,00	1,0	0,11	не превышался	0,00
Марганец	4	0	0,01	0,00	0,00	0,00	не превышался	0,00

Качественный состав воды в р. Алатырь контролируется с 1995 г. в двух створах: у с. Гуляево (153 км от устья) и у рп. Тургенево (25 км от устья). Контрольный створ у с. Гуляево характеризует качество воды, поступающей из Нижегородской области. Превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов в первый год наблюдений отмечалось по 7 показателям. Наиболее значительны из них медь – 3,5 ПДК, цинк – 18,15 ПДК. 1996-1997 гг. характеризовались незначительными превышениями по 3-5 показателям (в 1996 г. зарегистрировано увеличение концентрации нефтепродуктов до 9,15 ПДК). В целом 1997 г. отличался сравнительно хорошими показателями качества.

Возрастание концентраций загрязняющих веществ в 1998 г. по сравнению с 1995 г. отмечено по 12 показателям, из них наиболее значительны нефтепродукты – 51,3 ПДК и медь – 33,1 ПДК. В целом результаты исследований показали резкое ухудшение качества воды в р. Алатырь на входе в республику (табл. 45). ИЗВ за весь период наблюдений в створе у с. Гуляево составил 4,71, что соответствует 5-му классу, т. е. грязная.

Таблица 45

Качество воды р. Алатырь в створе у с. Гуляево Ичалковского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	Мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК
рН	7,000	1,076	6,750	1,038	6,852	1,050	6,250	0,961
Прозрачность	20,00	--	20,00	--	20,00	--	21,00	--
Взвешенные вещества	42,10	--	26,10	--	28,82	--	16,60	--
Растворенный О ₂	5,995	0,999	7,950	1,352	5,450	0,908	7,725	1,287
Сухой остаток	435,0	0,435	227,5	0,227	300,8	0,300	312,5	0,312
Хлориды	33,12	0,110	27,82	0,097	20,27	0,067	19,32	0,064
Сульфаты	47,96	0,479	40,10	0,401	26,60	0,266	65,75	0,657
Жесткость	6,000	--	6,000	--	3,533	--	6,100	--
Кальций	--	--	103,2	0,573	55,66	0,309	70,92	0,394
Магний	--	--	7,870	0,196	8,986	0,224	30,49	0,762
ХПК	0,280	--	15,63	--	38,52	--	68,90	--
БПК ₅	2,875	1,437	2,350	1,175	2,850	1,452	2,030	1,015
Азот аммонийный	1,010	2,589	0,497	1,275	1,550	3,974	3,649	9,356
Азот нитритный	0,022	1,140	0,007	0,375	0,012	0,637	0,056	2,800
Азот нитратный	0,000	0,000	2,027	0,222	0,650	0,071	0,145	0,015
Фосфаты	0,095	0,475	0,039	0,196	0,050	0,250	0,136	0,679
Железо общее	0,535	1,070	0,170	0,340	0,036	0,073	0,724	1,448
Нефтепродукты	0,035	0,700	0,457	9,151	0,000	0,010	2,604	52,08
СПАВ	--	--	0,110	0,220	0,032	0,065	0,030	0,060
Медь	0,003	3,500	0,000	0,250	0,000	0,000	0,036	36,65
Цинк	0,181	18,15	0,005	1,500	0,000	0,000	0,022	2,290
Хром, 6+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,092
Хром, 3+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	1,560
Марганец	--	--	--	--	0,001	0,001	0,000	0,000
Никель	0,004	0,450	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	2,375

В контрольном створе у рп. Тургенево, на выходе р. Алатырь из республики, на начало наблюдений отмечено загрязнение вод по 6 показателям с превышением ПДК для рыбохозяйственных водоемов (наиболее значительны медь – 15,5 ПДК, железо – 1,83 ПДК). В 1998 г. наблюдалось увеличение концентраций загрязняющих веществ с превышением ПДК по 7 показателям: медь – 7,0 ПДК, хром 6+ – 1,75 ПДК, железо общее – 2,9 ПДК, фосфаты – 2,22 ПДК, нитриты – 4,65 ПДК, NH₄ – 2,01 ПДК, БПК₅ – 1,73 ПДК. За этот же период зафиксировано уменьшение концентраций загрязняющих веществ по 9 другим показателям (табл. 46).

Качество воды р. Алатырь в створе у рп. Тургенево Ардатовского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК
рН	6,750	1,038	6,750	1,038	6,775	1,042	6,250	0,961
Прозрачность	20,00	--	20,00	--	20,00	--	--	--
Взвешенные вещества	29,90	--	34,20	--	35,95	--	43,60	--
Растворенный O ₂	8,530	1,421	5,675	0,945	5,100	0,850	--	--
Сухой остаток	444,0	0,444	285,4	0,285	315,7	0,315	438,0	0,438
Хлориды	51,08	0,170	34,42	0,114	27,27	0,090	56,20	0,187
Сульфаты	43,08	0,430	49,57	0,495	33,88	0,338	84,99	0,850
Жесткость	6,200	--	5,750	--	3,833	--	4,900	--
Кальций	--	--	78,15	0,434	61,70	0,342	68,14	0,378
Магний	--	--	19,44	0,486	9,173	0,229	18,24	0,456
ХПК	2,990	--	16,56	--	34,82	--	35,75	--
БПК ₅	4,350	2,175	2,700	1,350	3,587	1,793	3,470	1,735
Азот аммонийный	0,740	1,899	0,475	1,219	1,712	4,391	0,785	2,012
Азот нитритный	0,008	0,417	0,011	0,562	0,072	3,637	0,093	4,650
Азот нитратный	0,015	0,001	2,285	0,251	1,035	0,113	0,370	0,040
Фосфаты	0,111	0,557	0,074	0,371	0,120	0,600	0,445	2,225
Железо общее	0,918	1,837	0,229	0,458	0,202	0,405	1,449	2,898
Нефтепродукты	0,046	0,923	0,631	12,62	0,009	0,185	0,045	0,900
СПАВ	--	--	0,150	0,300	0,112	0,225	0,020	0,040
Медь	0,015	15,50	0,000	0,250	0,000	0,000	0,007	7,000
Цинк	0,004	0,400	0,007	0,750	0,000	0,000	0,001	0,170
Хром, 6+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	1,755
Хром, 3+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,360
Марганец	--	--	--	--	0,001	0,001	0,008	0,800
Никель	0,004	0,450	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,850

Величина индекса загрязнения в створе 2,61, т.е. класс качества воды 4-й (загрязненная). Результаты исследований позволяют сделать вывод о значительном самоочищении воды р. Алатырь в ландшафтах Мордовии. В то же время изменение некоторых показателей свидетельствует о дополнительном загрязнении реки, особенно после впадения в нее Инсара.

Качество воды р. Мокши контролируется в 2 створах: на входе на территорию республики у с. Васильевка Ковылкинского района (470 км от устья) и у г. Темников (224 км от устья). В контрольном створе у с. Васильевка на начало наблюдений отмечено превышение ПДК рыбохозяйственных водоемов по содержанию меди в 51,0 раза, нефтепродуктов – в 1,8, железа общего – в 1,32, азота аммонийного – в 1,2, растворенного кислорода – в 1,2 раза. В последующие годы зарегистрировано превышение по БПК₅ в 1,5-2 раза, растворенному кислороду – в 1,2, по NH₄ – в 1,2-5 раз и по NO₃ – в 23,4 раза, что свидетельствует о загрязнении воды органикой. Кроме того, отмечено уменьшение концентрации железа, хлора, SO₄, резкое сокращение содержания меди и нефтепродуктов, вплоть до полного их отсутствия. Всего за период наблюдений зафиксировано превышение ПДК по 8 показателям, причем только по 3

из них повторяемость превышений стабильная (NO_2 , Cu , NH_4) (табл. 47). Расчетный индекс загрязнения воды в створе составил 3,81, что соответствует 4-му классу качества, т.е. загрязненная.

Таблица 47

Качество воды р. Мокши в створе у с. Васильевка Ковылкинского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК
рН	6,500	1,000	6,750	1,038	6,375	0,980	--	--
Прозрачность	--	--	20,00	--	20,33	--	--	--
Взвешенные вещества	32,20	--	33,77	--	131,2	--	--	--
Растворенный O_2	7,200	1,200	7,795	1,299	7,250	1,208	--	--
Сухой остаток	218,0	0,218	214,4	0,214	174,4	0,174	--	--
Хлориды	38,10	0,127	30,23	0,100	19,50	0,065	--	--
Сульфаты	38,10	0,381	27,43	0,274	30,57	0,305	--	--
Жесткость	--	--	4,350	--	3,433	--	--	--
Кальций	--	--	28,07	0,156	25,40	0,141	--	--
Магний	--	--	37,65	0,941	26,33	0,658	--	--
ХПК	1,600	--	12,47	--	27,10	--	--	--
БПК ₅	1,100	0,550	4,000	2,000	2,600	1,300	--	--
Азот аммонийный	0,485	1,174	0,480	1,232	1,967	5,044	--	--
Азот нитритный	0,009	0,450	0,026	1,303	0,468	23,43	--	--
Азот нитратный	0,495	0,054	1,469	0,161	1,575	0,173	--	--
Фосфаты	0,140	0,700	0,187	0,937	0,140	0,700	--	--
Железо общее	0,660	1,320	0,248	0,496	0,195	0,390	--	--
Нефтепродукты	0,090	1,800	0,005	0,106	0,000	0,000	--	--
СПАВ	--	--	0,280	0,560	0,035	0,070	--	--
Медь	0,051	51,00	0,000	0,125	0,000	0,000	--	--
Цинк	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	--	--
Хром, 6+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	--	--
Хром, 3+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	--	--
Марганец	--	--	--	--	0,000	0,000	--	--
Никель	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	--	--

В контрольном створе у г. Темников в 1995 г. отмечено превышение ПДК по 8 показателям: по меди – в 7,6 раза, цинку – в 1,5, хрому 3+ – в 2,0, нефтепродуктам – в 1,7, железу общему – в 1,3 раза и т.д. В 1996-1997 гг. в воде р. Мокши уменьшилось содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов, фосфатов (ниже норм ПДК). В то же время резко возросло содержание NH_4 – до 5,4 ПДК, нитратов – до 28,2 ПДК, БПК₅ – до 1,4 ПДК и растворенного кислорода – до 1,2 ПДК. Это перераспределение загрязняющих веществ связано прежде всего с сокращением сброса стоков промышленных предприятий и ухудшением работы станций биологической очистки хозяйственно-бытовых стоков. В 1998 г. произошло увеличение содержания загрязняющих веществ с превышением ПДК по 8 показателям, в том числе по нефтепродуктам – в 16 раз, меди – в 7,7, железу общему – в 1,98, а фосфатам – в 1,25, никелю – в 1,3 раза (табл. 48). ИЗВ р. Мокши в створе у г. Темникова 3,57.

Качество воды р. Мокши в створе у г. Темникова Ковылкинского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК
рН	7,000	1,076	6,875	1,057	6,500	1,000	6,000	0,923
Прозрачность	--	--	20,00	--	20,00	--	20,00	--
Взвешенные вещества	25,76	--	31,97	--	145,8	--	16,50	--
Растворенный O ₂	5,050	0,841	7,200	1,200	7,125	1,187	8,150	1,358
Сухой остаток	389,6	0,389	283,5	0,283	197,5	0,197	413,0	0,413
Хлориды	29,90	0,099	37,57	0,125	24,45	0,081	26,30	0,087
Сульфаты	47,66	0,476	31,17	0,311	33,62	0,336	74,50	0,745
Жесткость	4,100	--	4,600	--	3,733	--	5,700	--
Кальций	--	--	56,59	0,314	35,96	0,199	84,20	0,467
Магний	--	--	21,20	0,530	23,69	0,592	18,24	0,456
ХПК	4,893	--	14,36	--	29,85	--	39,96	--
БПК ₅	2,550	1,275	2,725	1,362	2,875	1,437	1,510	0,755
Азот аммонийный	0,345	0,884	0,946	2,426	2,135	5,474	0,345	0,884
Азот нитритный	0,009	0,457	0,021	1,092	0,564	28,20	0,050	2,500
Азот нитратный	0,247	0,027	1,308	0,143	1,732	0,190	0,860	0,094
Фосфаты	0,210	1,050	0,147	0,737	0,215	1,075	0,250	1,250
Железо общее	0,663	1,326	0,189	0,378	0,277	0,555	0,990	1,980
Нефтепродукты	0,085	1,706	0,008	0,165	0,001	0,020	0,800	16,00
СПАВ	--	--	0,330	0,660	0,112	0,225	0,035	0,070
Медь	0,007	7,666	0,002	2,500	0,000	0,000	0,007	7,700
Цинк	0,015	1,510	0,008	0,852	0,000	0,000	0,007	0,730
Хром, 6+	0,003	0,166	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Хром, 3+	0,010	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Марганец	--	--	--	--	0,000	0,000	0,010	1,000
Никель	0,009	0,916	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	1,300

Качество воды в р. Вад наблюдается на двух контрольных створах: на входе на территорию республики у с. Старое Бадиково Zubово-Полянского района (140 км от устья) и на выходе у п. Дачный Теньгушевского района (7 км от устья). В первом створе в 1995 г. отмечено небольшое превышение концентрации железа. В два последующих года наблюдались незначительные превышения ПДК по растворенному кислороду, БПК₅, фосфатам, NO₂. 1998 г. отличается резким увеличением содержания всех загрязняющих компонентов, в том числе по 10 показателям с превышением ПДК: по нефтепродуктам – 38,0 ПДК, меди – 10,0 ПДК, железу общему – 6,4 ПДК, хрому трехвалентному – 4,74 ПДК, никелю – 2,9 ПДК, NO₂ – 2,0 ПДК, NH₄ – 1,56 ПДК, БПК₅ – 1,78 ПДК, растворенному кислороду – 1,24 ПДК (табл. 49). Классификация воды по уровню загрязненности в створе за весь период наблюдений оценена величиной ИЗВ 1,69, что соответствует 3-му классу качества, т.е. умеренно загрязненная.

Качество воды р. Вад в створе у с. Старое Бадиково Zubovo-Полянского района

Показатель	Год							
	1995		1996		1997		1998	
	мг/л	в долях ПДК	мг/л	в долях ПДК	Мг/л	в долях ПДК	Мг/л	в долях ПДК
рН	6,166	0,948	6,500	1,000	6,575	1,011	6,000	0,923
Прозрачность	19,50	--	20,00	--	19,75	--	21,00	--
Взвешенные вещества	19,23	--	20,05	--	19,37	--	26,50	--
Растворенный O ₂	8,500	1,416	7,895	1,315	7,075	1,179	7,480	1,246
Сухой остаток	488,5	0,488	241,2	0,241	151,7	0,151	592,0	0,592
Хлориды	20,91	0,069	20,65	0,068	22,30	0,074	21,30	0,071
Сульфаты	13,90	0,139	29,47	0,294	28,12	0,281	76,56	0,765
Жесткость	6,100	--	3,750	--	4,100	--	3,800	--
Кальций	--	--	49,09	0,272	21,00	0,227	55,11	0,306
Магний	--	--	16,40	0,410	24,96	0,624	12,80	0,320
ХПК	2,310	--	15,00	--	33,52	--	37,00	--
БПК ₅	2,350	1,175	2,425	1,212	3,350	1,675	3,557	1,788
Азот аммонийный	0,207	0,531	0,308	0,790	0,202	0,519	0,610	1,564
Азот нитритный	0,008	0,405	0,054	2,737	0,047	2,375	0,040	2,000
Азот нитратный	0,257	0,028	0,809	0,089	0,825	0,090	0,440	0,048
Фосфаты	0,080	0,400	0,215	1,075	0,399	1,997	0,130	0,650
Железо общее	0,883	1,766	0,306	0,613	0,327	0,655	3,200	6,400
Нефтепродукты	0,006	0,133	0,002	0,055	0,005	0,110	1,900	38,00
СПАВ	--	--	0,125	0,250	0,100	0,200	0,020	0,040
Медь	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	10,00
Цинк	0,006	0,666	0,15	1,500	0,000	0,000	0,007	0,730
Хром, 6+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,065
Хром, 3+	0,003	0,666	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	4,740
Марганец	--	--	--	--	0,000	0,000	0,025	2,500
Никель	0,002	0,266	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	2,900

На начало наблюдений в створе п. Дачный отмечено превышение ПДК по 6 показателям (хром 3+ – 3,0 ПДК, нефтепродукты – 2,47 ПДК, железо общее – 1,18 ПДК, NO₂ – 1,5 ПДК, БПК₅ – 1,17 ПДК). Последующий период наблюдений характеризовался сокращением концентраций загрязняющих веществ в целом с постоянным превышением ПДК по БПК₅, NO₂, O₂. Качество воды в створе за весь период наблюдений характеризовалось величиной ИЗВ 1,16, что соответствует 3-му классу качества, т. е. умеренно загрязненная.

8. ПРОГНОЗ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВЕРХНЕ-СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНОГО ГОРИЗОНТА НА УЧАСТКАХ КРУПНОГО ВОДООТБОРА

8.1. Прогноз изменения уровня подземных вод

Долгосрочный прогноз уровня подземных вод проводился по водозаборам Саранского месторождения с учетом подтока некондиционных вод из нижележащего водоносного среднекаменноугольного карбонатного горизонта. Программа составлена на основе гидродинамического метода расчета прогнозов, математический аппарат адаптирован к региональным особенностям Г. А. Трихановым.

Искомое снижение уровня в центре любого водозабора определялось как суммарное от влияния всех водозаборов Саранского месторождения по принципу наложения. Дебиты водозабора рассматривались не как настоящая величина, а как функция во времени. Временные ряды среднегодовых значений водоотбора и их логический анализ показали, что наибольшую ценность представляют последние члены временного ряда, начиная с 1974 или 1985 г., в зависимости от длительности эксплуатации водозабора. Точность прогнозных оценок тем выше, чем точнее аппроксимирующая функция отображает основную тенденцию развития процесса изменения водоотбора. При длительной и интенсивной эксплуатации водоносного верхне-среднекаменноугольного карбонатного горизонта в условиях подтока некондиционных вод наиболее достоверным оказался параболический вариант изменения дебитов водозаборов по укороченным динамическим рядам.

В программе принята следующая схематизация гидрогеологических условий: неограниченный эксплуатируемый горизонт и неограниченный нижележащий горизонт, из которого идет подток некондиционных вод. Расчетные параметры приняты по результатам разведки подземных вод и многолетних наблюдений за изменением их уровня.

Анализ полученных данных показал, что наиболее достоверным является прогноз уровня подземных вод на 10 и 15 лет. Его снижение за этот срок на Саранском городском водозаборе составит соответственно 14,08 и 23,80 м, на Пензятском – 18,76 и 22,94 м, на Руднинском – 14,80 и 18,29 м, на Рузаевском городском – 7,82 и 10,18 м, на Пишлинском – 7,54 и 13,37 м по отношению к уровню 1994 г.

Пределом возможного снижения уровня подземных вод является допустимое снижение, которое рассчитывается для каждого конкретных гидрогеологических условий. Для Саранского месторождения оно складывается из ве-

личины напора подземных вод эксплуатируемого водоносного верхне-среднекаменноугольного карбонатного горизонта в естественных условиях до начала эксплуатации, к которой прибавлена половина активной мощности горизонта. Величина допустимого снижения утверждается в ГКЗ.

Общее снижение уровня подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта, рассчитанное от первоначального уровня (абсолютная отметка 130 м), позволило провести сравнение полученных прогнозных снижений уровня с допустимыми. В табл. 50 приведены величины допустимого снижения уровня, его фактическое значение за 1998 г. и прогнозные данные на 10 и 15 лет по всем водозаборам Саранского месторождения.

Таблица 50

**Сравнительная характеристика допустимых
и прогнозных снижений уровня на водозаборах**

Водозабор	Допустимое снижение уровня (протокол ГКЗ СССР), м	Фактическое снижение уровня в 1998 г., м	Прогнозное снижение уровня, м		
			на 1998 г.	на 2004 г.	на 2010 г.
Саранский городской	110	82,70	87,25	98,78	106,50
Пензятский	120	43,84	-	90,51	94,70
Руднинский	130	51,73	-	73,05	76,54
Рузаевский	110	63,04	67,83	70,92	73,28
Пишлинский	110	63,30	64,85	70,05	75,88

Как следует из таблицы, на всех водозаборах Саранского месторождения величина снижения будет ниже допустимого.

Проведенное сравнение прогнозных значений снижения уровня подземных вод, полученных при параболической зависимости изменения дебитов водозаборов по укороченным рядам на 1998 г., с фактическими значениями снижения уровня на водозаборах Саранского месторождения показало достаточную достоверность выбранного метода прогноза. Процент ошибки составляет 3-10 в сторону увеличения значений. Выявленная тенденция подтверждает надежность, высокую обильность запасов пресных вод эксплуатируемого водоносного среднекаменноугольного карбонатного горизонта.

Дальнейшие работы по определению прогноза будут направлены на совершенствование гидродинамического метода путем уточнения гидродинамических параметров пласта, выбора оптимальной длины рядов и апробирования их в расчетах с учетом подтока слабо- и умеренно-солончатых вод, а также на составление прогнозных карт пьезоизогипс водоносного верхне-среднекаменноугольного карбонатного горизонта. Это позволит в будущем подойти к построению постоянно действующей модели Саранского месторождения подземных вод для решения различных практических задач.

8.2. Прогноз изменения химического состава подземных вод

Крупный сосредоточенный водоотбор всех водозаборов Саранского месторождения вызвал снижение уровня не только эксплуатируемого водоносно-

го горизонта, но и залегающих ниже. Подток слабо- и умеренно-солончатых вод из нижележащего горизонта приводит к ухудшению качества вод эксплуатируемого горизонта. Происходит процесс истощения и загрязнения пресных подземных вод, уменьшается их зона. Серьезной задачей является составление прогноза изменения химического состава подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта при разных режимах эксплуатации водозаборов Саранского месторождения.

Гидрохимический прогноз – это вероятностное количественное предсказание изменений химического состава подземных вод, происходящих во времени и пространстве под влиянием естественных и искусственных факторов. Многоплановость и многофакторность этой задачи осложняется отсутствием хорошо разработанных и опробованных методик, и потому на первом этапе составления прогноза изменения химического состава подземных вод источником информации явились ретроспективные динамические ряды отдельных гидрохимических компонентов.

Саранский городской водозабор является центральным и наиболее нагруженным водозабором Саранского месторождения подземных вод. Их истощение и загрязнение наиболее сильно выражено именно на этом водозаборе. Химический состав подземных вод изменялся по мере его эксплуатации: сульфатно-гидрокарбонатный тип заменялся хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатным, затем по мере увеличения содержания хлоридов и сульфатов становился гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридным и наконец сульфатно-хлоридным. Класс вод по мере накопления натрия и частично магния становился кальцево-магниевым-натриевым. Величина сухого остатка возросла от 0,8 до 1,4 г/дм³ и более, общая жесткость – от 5,6 до 11,3 ммоль/дм³. Постепенное изменение химического состава подземных вод в процессе эксплуатации повторяет вертикальную зональность качества подземных вод карбонатной толщи.

Следует отметить, что процесс ухудшения качества пресных вод проявляется (в разной степени) по подавляющему большинству скважин, а в 15 % скважин оно не соответствует нормам ГОСТ "Вода питьевая".

Прогнозирование изменений химического состава подземных вод проводилось с учетом динамики сложившихся тенденций. Для составления прогноза использовались статистические пакеты ОЛИМП, STADIA, МЕЗОЗАВР, которые обеспечивают нахождение основных трендов, получение начальных оценок номинальных коэффициентов, точек оптимальных параметров адаптации, сравнение моделей и выбор лучшей из них.

Прогноз осуществлялся по 5 основным компонентам химического состава: сухому остатку, общей жесткости, содержанию сульфатов, хлоридов и натрия как наиболее подвижных элементов. В качестве исходной информации были использованы динамические ряды данных показателей по 39 водозаборным скважинам Саранского городского водозабора за 30-летний цикл наблюдений. Полученные результаты показали, что по всем анализируемым компонентам в большинстве скважин в той или иной степени выражена тенденция роста. Прогнозные кривые даются с верхней и нижней доверительными границами с вероятностью 0,950.

Для примера в табл. 51 приведены прогнозные значения всех компонентов на 1997 и 1999 гг. и фактические значения тех же компонентов на 1994 и 1997 гг. по эксплуатационной скважине № 2 АО "Электровыпрямитель", расположенной в центре городского водозабора.

**Сопоставляемые значения прогнозных и фактических характеристик
химического состава воды**

Компонент химического состава	Фактическое значение на время состав- ления прогноза (1994 г.)	Фактическое значение на 1997 г.	Прогнозное значение	
			на 1997 г.	на 1999 г.
Сухой остаток, мг/дм ³	1424,00	1490,00	1498,50	1530,70
Общая жесткость, ммоль/дм ³	11,30	12,35	12,06	12,16
Хлориды, мг/дм ³	353,22	411,22	371,54	373,02
Сульфаты, мг/дм ³	328,95	377,76	348,28	348,64
Натрий, мг/дм ³	264,38	260,38	277,22	285,72

Из сопоставления представленных данных следует, что прогнозные компоненты химического состава подземных вод выбраны правильно. Для дальнейшего прогнозирования следует привлекать магний и микрокомпоненты. Полученные результаты достаточно достоверны. Солевой состав вод к 1997 г. остался сульфатно-хлоридным магниево-натриевым. Дальнейшее прогнозирование изменения химического состава следует проводить по той же методике. Необходимо проанализировать динамические ряды по остальным эксплуатационным скважинам и выделить группы скважин с аналогичными прогнозными характеристиками по площади Саранского городского водозабора и другим водозаборах Саранского месторождения подземных вод.

9. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

9.1. Качество питьевой воды и здоровье населения

Геоэкологическое состояние территории определяет не только процессы хозяйственного освоения ландшафтов, но и здоровье населения. Традиционным способом оценки среды обитания людей является введение показателей предельно допустимых концентраций химических веществ. Установлены ПДК различных видов загрязнителей для воздуха, воды, почвы.

К наиболее важным факторам, влияющим на здоровье населения, следует отнести качество питьевой воды. Например, при систематическом использовании питьевой воды с избыточным содержанием фтора (1,5 мг/л и более) наблюдается повышенная заболеваемость флюорозом, болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани; недостаток фтора (меньше 0,5 мг/л) вызывает кариес; повышенное содержание железа (более 0,7 мг/л) обуславливает заболевания кровеносной системы, вызывает цирроз печени [Рыбальский и др., 1989]. Существует мнение, что повышенные минерализация, общая жесткость вызывают патологию мочеполовой и костно-мышечной систем, органов пищеварения, соединительной ткани. Обращаемость жителей Республики Мордовия в лечебные учреждения по поводу заболеваний мочеполовой и костно-мышечной систем превышает аналогичные показатели в среднем по России. Так, если за последние годы среднестатистический показатель патологии мочеполовой системы на 1 000 человек детского населения в республике зафиксирован на уровне 17,9, костно-мышечной – 26,2, то средние значения по этим двум классам болезней в России составили соответственно 10,6 и 12,5. По взрослому населению обращаемость в медицинские учреждения в связи с болезнями мочеполовой системы в 1,5 раза превышает среднероссийский показатель, а костно-мышечной системы и соединительной ткани – в 1,2 раза.

9.2. Геоэкологическое состояние территории Мордовии и здоровье населения

В связи с тем что состояние здоровья населения характеризуется большим числом разнообразных параметров, целесообразно его выразить одним интегрированным показателем. Для оценки уровня здоровья населения Мордовии нами использовалась методика, разработанная Сибирским отделением Института комплексных проблем гигиены и профзаболеваний [Разработать систему..., 1991], в соответствии с которой для районов республики был рассчитан интегрированный показатель здоровья населения (ИПЗН), включаю-

ций данные о рождаемости, смертности, обращаемости в лечебные учреждения в связи с различными заболеваниями и отражающий степень адаптированности различных социальных групп населения к социально-экономической и экологической среде. Он показывает, обеспечивается ли нормальная жизнедеятельность людей, т. е. воспроизводство, труд, отдых и т. д. Для обеспечения простоты, удобства и логического понимания ИПЗН преобразуется в индекс здоровья, являющийся экстенсивной величиной: чем меньше индекс, тем хуже показатель здоровья.

По значению индекса здоровья административные районы республики подразделяются на три группы (табл. 52).

Таблица 52

**Уровень здоровья населения Республики Мордовия
(по индексу здоровья за 1990-1997), %**

Район	Индекс здоровья	Уровень здоровья населения
г. Саранск	35	Низкий (индекс здоровья менее 40 %)
Атюрьевский	50	
Атяшевский	50	Пониженный (индекс здоровья 50 % и менее)
Большеберезниковский	44	
Ельниковский	46	
Инсарский	45	
Ичалковский	42	
Кадошкинский	44	
Ковылкинский	43	
Кочкуровский	44	
Лямбирский	48	
Рузаевский	50	
Чамзинский	47	
Ардатовский	59	
Большеигнатовский	55	
Дубенский	55	
Зубово-Полянский	59	
Краснослободский	53	
Ромодановский	55	
Старошайговский	54	
Темниковский	54	
Теньгушевский	56	
Торбеевский	52	

В первый тип районов с наихудшим показателем индекса здоровья (35 %) входит г. Саранск. Для столицы Мордовии характерны повышенные показатели обращаемости взрослого и детского населения в лечебные учреждения по поводу болезней мочеполовой и нервной системы, органов чувств, органов дыхания, онкологических заболеваний, патологии костно-мышечной системы и соединительной ткани.

В Саранске, где в настоящее время проживает 346,4 тыс. жителей, или 37 % населения республики, сложилась неблагоприятная геоэкологическая ситуация. Для города характерно интенсивное аэрозольное, водное, шумовое и тепловое загрязнение. На значительной площади качество питьевой артезианской и грунтовой воды не соответствует требованиям ГОСТа (превышение нормативных показателей по минерализации, фтору, содержанию железа). Около 70 % городской территории характеризуется низким, средним и высоким уровнями загрязнения снежного покрова (атмосферы), причем в структуре ингредиентов, превышающих фоновые значения, преобладают вещества I и II классов гигиенической опасности (свинец, медь, молибден). В структуре загрязнителей почв преобладают свинец, цинк, ванадий, молибден, медь. На 20 % территории города и подчиненных ему населенных пунктов почвы загрязнены цезием-137.

По данным анкетного опроса, проведенного в 1998 г., в Саранске 58 % респондентов оценивают экологическую ситуацию как неблагоприятную, а 90 % опрошенных считают, что экологические условия влияют на состояние их здоровья и здоровье их близких.

Во вторую группу, с пониженным уровнем здоровья, включены 12 административных районов. Здесь проживает 35 % населения республики. Индекс здоровья варьирует от 42 до 50 %. Эта зона, занимающая около 48 % территории Мордовии, также характеризуется сложной экологической обстановкой, пониженным качеством питьевой воды по содержанию сухого остатка и жесткости (27 % территории), фтора (на 12 % площади недостаток, а на 53 % – избыток), железа (10 %).

Удельный вес выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в указанной группе районов составляет 57,5 %, и как следствие более 90 % территории характеризуется слабым уровнем загрязнения атмосферы по суммарному показателю загрязнения снежного покрова (СПЗСП), 6 % – низким и лишь 0,4 % – средним. В состав загрязнителей атмосферы входят свинец, медь, молибден, цинк, никель, кобальт. В верхнем слое почв на 6 % территории отмечается превышение средних концентраций тяжелых металлов. Зоны высокого и среднего уровня загрязнения почвенного покрова локализуются в городах Рузаевка, Ковылкино, Инсар, рп. Чамзинка и вблизи них. В южной части территории отмечаются участки со средней и умеренной степенью загрязнения. В сельской местности преобладают почвы с умеренным и слабым уровнями загрязнения. В составе загрязнителей почвогрунтов преобладают свинец, цинк, кобальт, никель, медь. Плотность загрязнения почв цезием-137 на 8 % территории превышает 1 Кю/км².

По данным анкетного опроса, проведенного НИИ регионологии [Резервы гармонизации..., 1994], из вызывающих тревогу обстоятельств – безработица, рост цен, алкоголизм, наркомания, неизлечимые болезни, мафия, преступность, рэкет, загрязнение окружающей среды – жители территории второго типа последнее обстоятельство отнесли на 5-е место, причем 8,5 % респондентов отметили повышенную для себя опасность ухудшения экологической обстановки.

Удовлетворительным уровнем здоровья характеризуются 10 районов. В Дубенском районе отмечается повышенная обращаемость жителей в лечебные учреждения в связи с заболеваниями костно-мышечной системы и соединительной ткани, в Большеигнатовском – мочеполовой системы.

Экологические условия характеризуются сравнительно невысокой напряженностью. Участки повышенного содержания загрязняющих веществ в

снежном и почвенном покровах локализованы в основном вокруг крупных населенных пунктов и вдоль автомобильных дорог. Превышение ПДК по тяжелым металлам в верхнем слое почв отмечается лишь на 2 % территории; около 92 % характеризуются слабым и низким уровнями загрязнения атмосферного воздуха по СПЗСП, низким – 8 %. Около 1 % территории районов третьей группы загрязнены цезием-137.

Качество артезианских вод в данной зоне является одним из основных экологических факторов, влияющих на здоровье населения. Характерны повышенные показатели сухого остатка на 25 % площади, жесткости – на 27, железа – на 10 %, недостаток фтора отмечается на 29 % площади, а на 39 % – его избыток. Превышение показателей общей жесткости в грунтовых водах наблюдается на 46 % территории, а по минерализации – лишь на 3 %. Особенно сложная обстановка в снабжении населения качественной питьевой водой сложилась в Ардатовском, Большеигнатовском и Дубенском районах. Результаты геоэкологических исследований подтверждаются данными социологического опроса. Более 60 % жителей удовлетворены местом своего проживания и лишь 6,8 % опрошенных указывают на опасность экологической обстановки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водные ресурсы во многом определяют устойчивость и экологическую безопасность функционирования геотехнических систем. Они используются в качестве предмета потребления, средства труда, источника энергии, сырья.

Основной источник водных ресурсов Мордовии – атмосферные осадки, которые образуют поверхностный сток и пополняют запасы подземных вод. Мордовия отличается сравнительно слабой обеспеченностью ресурсами поверхностных вод. Под воздействием климатических факторов сток подвергается сезонным и многолетним колебаниям. На него оказывает влияние хозяйственная деятельность человека – сельскохозяйственное и промышленное производство, гидротехнические мелиорации и другие.

Основные эксплуатационные запасы вод сосредоточены в пермско-каменноугольном водоносном горизонте, который имеет повсеместное распространение. Водовмещающие породы представлены известняками и доломитами, глубина залегания которых увеличивается с северо-запада на юг, юго-восток и восток до 300 м. Водообильность комплекса от 1,6-12,5 до 5,76-34,25 л/с. В области неглубокого залегания кровли карбонатной толщи химический состав вод гидрокарбонатный кальциевый с минерализацией 0,2-0,5 г/дм³ и общей жесткостью 4,0-6,2 ммоль/дм³. По мере погружения комплекса воды становятся сульфатно-гидрокарбонатными натриево-магниевыми. В зоне, прилегающей к долине Инсара, их минерализация равна 0,8-1,0 г/дм³. В восточной части Мордовии подземные воды сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные магниевые с минерализацией до 2,5 г/дм³ и общей жесткостью до 28,2 ммоль/дм³.

Запасы и качество природных вод неравномерны по территории. Достаточно водообеспечены геотехнические системы, локализующиеся в западной Мордовии. Наибольшей водоемкостью отличаются геотехнические системы Саранско-Рузаевского промышленного узла. Локальное повышение водоемкости отмечается в промышленно развитых районных центрах Ковылкино, Краснослободск, Ардатов, Чамзинка. Минимальное потребление воды отмечается в сельскохозяйственных районах. Значительное лимитирующее влияние на развитие современных освоенческих процессов оказывает дефицит водных ресурсов в центральной и восточной Мордовии. Это определяется не только их малым объемом, но и значительной загрязненностью продуктами техногенеза.

В настоящее время ресурсы пресных вод ограничивают развитие геотехнических систем, расположенных в восточной части республики. Обострение геоэкологической ситуации произошло вследствие длительного бессистемного водоотбора, превышающего допустимые нагрузки. Несмотря на то, что в последние годы экономический кризис обусловил некоторое сокращение водоотбора и на всех централизованных водозаборах скорость снижения уровня подземных вод эксплуатируемого горизонта уменьшилась, пьезометрическая поверхность уровня водоносного верхне-среднекаменноугольного карбонатного горизонта продолжает опускаться. Радиус депрессионной воронки составляет более 85 км при глубине около 84 м. Изменение гидрогеодинамических параметров подземных вод пермско-каменноугольного водонос-

ного горизонта отразилось на ухудшении качества вод – увеличении содержания сульфатов, хлоридов и натрия.

Частичное решение проблем водоснабжения производств восточной и юго-восточной Мордовии возможно путем смешивания минерализованных вод пермско-каменноугольного комплекса с пресными водами нижнесызранско-верхнемелового комплекса, а в области, прилегающей к долине Алатыря, – с водами четвертично-плиоценового горизонта.

Для предотвращения дальнейшего развития геоэкологического кризиса в центральной части Мордовии необходимо: сократить водоотбор в Саранско-Рузаевском промышленном узле до величин эксплуатационных запасов подземных вод, утвержденных ГКЗ СССР; форсировать проектирование и приступить к освоению Сивинского водозаборного участка; экономически стимулировать создание систем оборотного и повторного использования технологических вод. С позиций долгосрочного планирования необходима организация строгого режима природопользования в областях питания пермско-каменноугольного водоносного горизонта: увеличение степени лесистости и создание водоемов для восполнения запасов подземных вод.

В связи с вышеизложенным проблема искусственного восполнения запасов подземных вод Саранского месторождения на рубеже XX и XXI вв. приобретает повышенную остроту. В других регионах эта проблема решается достаточно успешно. Например, доля искусственно создаваемых запасов в общем использовании подземных вод еще два десятилетия назад составляла: в ФРГ – 30 %, Швейцарии – 25, США – 24, Голландии – 14, Швеции – 19, Англии – 12 %. Для сохранения эксплуатационных запасов артезианских вод и предотвращения осушения слабонапорных межпластовых водоносных горизонтов, расположенных в мезо-кайнозойской перекрывающей толще, необходимо расширить сеть водохранилищ в пределах Саранского месторождения подземных вод.

При планировании хозяйственного освоения территории важно учитывать гидрологический режим рек, определяемый сезонной динамикой климата. В то же время следует принимать во внимание многолетние колебания увлажненности. В настоящее время климатологами прогнозируется смена влажной фазы климата в Евразии сухой. Начало этой стадии придется на 1999-2006 гг. Особенно сильно этот процесс должен затронуть ландшафты с неустойчивым и недостаточным увлажнением, к числу которых относятся господствующие на территории Мордовии лесостепные ландшафты. Данный геоэкологический процесс, вероятно, будет носить обостренный характер в неустойчивых геотехнических системах, отличающихся высоким загрязнением водоемов и водоемкими типами производства. Наиболее выраженный характер он будет иметь в восточных районах Мордовии, где водоснабжение Саранско-Рузаевского, Ардатовско-Тургеневского, Чамзинско-Комсомольского узлов уже сейчас является довольно напряженным. Уменьшение количества осадков вызовет снижение продуктивности сельского хозяйства, усиление концентрации продуктов техногенеза.

Исходя из изложенного программа региональной стратегии водопользования должна быть принята в качестве базовой основы долгосрочного геоэкологического планирования хозяйственного освоения ландшафтов Мордовии, основными задачами которого являются выработка экономического механизма стимулирования оборотного водопользования и экономии водных ресурсов, сокращение водоотбора подземных вод на Саранском месторождении и разработка проекта возобновления его ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Акимова Т. А., Хаскин В. В. Основы экоразвития. М.: Изд-во Российской экономической академии им. Г. В. Плеханова, 1994. 312 с.

Беркович К.М., Злотина Л.В., Чалов Р.С. Русловые процессы и градопромышленные заиления русла р. Инсар в Мордовии // География и природные ресурсы. 1998. № 2. С. 97-101.

Богдановский Г. А. Химическая экология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 237 с.

Владимиров А. М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 295 с.

Водогрецкий В. Е., Крестовский О. Е. Водно-балансовые экспедиционные исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 143 с.

Галахов Н. Н. Фенологические наблюдения // Справочник путешественника и краеведа. М., 1950. Т.2. С. 557-578.

Галахова Э. Н. Климат Мордовии и сопряженных с ней областей Нечерноземья в городах (по материалам исследований в Мордовской АССР): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Ин-т геогр. АН СССР. М., 1979. 25 с.

География Мордовской АССР. Мордов. ун-т, Саранск, 1983. 304 с.

Гидрометрическая оценка подземного питания рек междуречья Мокши, Суры и Алатыря. Технический отчет Верхне-Волжского территориального управления по гидрометеорологии и контролю природной среды. Горький, 1986. 78 с.

Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 328 с.

Евстигнеев В. М. Речной сток и гидрологические расчеты. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990 г. 304 с.

Иванов К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны и расчет водного режима болотных массивов. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 104 с.

Исследования и расчеты стока рек в Нечерноземной зоне РСФСР. Кн. 1 / МГВЗХ, М., 1980. 122 с.

Кирюшин А. В. Ландшафтная модель структуры ландшафтов Мордовии: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1999. 24 с.

Кирюшин А. В., Пузаченко Ю. Г., Стульцев Ю. К., Ямашкин А. А. Многомерное отображение структуры региональных геохимических полей (факторный анализ) // Изв. РАН. Сер. геогр. 1996. № 4. С. 24-45.

Коноплянцев А.А., Семенов С.М. Прогноз и картирование режима грунтовых вод. М.: Недра, 1974. 214 с.

Львович М. И., Грин А. М., Дрейер Н. Н. Основы метода изучения водного баланса и его преобразований / Ин-т географии АН СССР, М, 1963. 183 с.

Паллас П.С. Путешествия по разным провинциям Российской империи. СПб.: Б.и., 1809. 657 с.

- Перельман А. И.* Геохимия ландшафта. М.: Высш. шк., 1975. 342 с.
- Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 448 с.
- Пронин А. П., Башорин В. Н., Зачернюк А. П.* Эколого-геохимическая оценка загрязнения приземной атмосферы по данным изучения снегового покрова // Геоэкологические исследования и охрана недр. 1994. № 3. С. 20-25.
- Пронин А. П., Зачернюк А. П., Башорин В. Н.* Тяжелые металлы, кислотность и буферность снеговых выпадений центральных районов Европейской России // Геоэкологические исследования и охрана недр. 1995. № 2. С. 23-31.
- Разработать систему показателей для формирования банка данных по социально-гигиенической паспортизации региона, области, города:(отчет) институт комплексных проблем гигиены и профзаболеваний; Руководитель темы Ю.П. Дощицин. № ГР 01880018663; инв. № 029100399250. Новокузнецк, 1991. 119 с.
- Разработка концепции и программы первоочередных мероприятий рационального использования и охраны водных ресурсов Мордовской ССР: Отчет Ин-та водных проблем / Ин-т Географии РАН, Москва; Саранск, 1993. 75 с.
- Резервы гармонизации социальных отношений в Мордовии: Итоги анкетного опроса. Вып.1 / НИИ регионологии. Саранск, 1994. 256 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 10. Верхне-Волжский район. Кн.1. Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- Розенберг Г. С., Коломыц Э. Г.* Экология ландшафтов Волжского бассейна в системе глобальных изменений климата: (Прогнозный атлас-монография). Н.Новгород: Изд-во Интер-Волга, 1995. 165 с.
- Рыбальский Н. Г., Жакетов О. Л., Ульянова А. Е., Шепелев Н.П.* Экологические аспекты экспертизы изобретений./ ВНИИПИ, М., 1989. Ч. 1. 450 с.
- Саев Ю. Е., Ревин Б. А., Янин Е. П.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 134 с.
- Силаева Т. Б., Тихомиров В. Н., Майоров С. Р.* Редкие и исчезающие растения Мордовии. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1996. 70 с.
- Соколов А. А.* Гидрография СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1964 г. 468 с.
- Соколовский Д. А.* Речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 539 с.
- Сундуков В.М.* Водные богатства Мордовской АССР и их использование. Саранск: Морд. книж. изд-во, 1955. 52 с.
- Схема мелиорации и использование местного стока Мордовской АССР. Кн. 3 / Ин-т "Приволжгипроводхоз", Пенза, 1972. 131 с.
- Чалов Р. С., Алабян А. М., Иванов В. В. и др.* Морфодинамика русел равнинных рек. М.: Изд-во ГЕОС, 1998. 288 с.
- Чалов Р. С.* Русловой режим рек северной Евразии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 336 с.
- Шутов А. М.* Расчет меженного стока рек Мордовии // Гидротехника и мелиорация. 1977. № 2. С. 103-105.
- Шутов А. М.* Региональные зависимости для расчета максимального дождевого стока рек и малых водотоков республики Мордовия // Вестн. Морд. ун-та. 1998. № 1,2. С. 94-100.
- Щетинина А.С.* Почвы Мордовии: Справ. агронома. Саранск: Морд. кн. изд-во, 1990. 256 с.
- Ямашкин А. А.* Физико-географические условия и ландшафты Мордовии. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1998. 156 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1

Перечень мероприятий по обеспечению населения Республики Мордовия питьевой водой

1. Развитие систем водоснабжения населенных пунктов.

1.1. Строительство и реконструкция водозаборов подземных вод, включая проведение поисково-разведочных работ.

1.1.1. Строительство Сивинского водозабора производительностью 60 тыс. м³/сут и водовода длиной 35,0 км для водоснабжения г. Саранска (включая финансирование по Федеральной программе экономического и социального развития РМ на 1996-2000 гг.).

1.1.2. Расширение, реконструкция Пишлинского водозабора производительностью 25,0 тыс. м³/сут и водовода длиной 4,0 км для водоснабжения г. Рузаевка.

1.1.3. Проектирование и строительство Калиновского водозабора производительностью 12,0 тыс. м³/сут и водовода длиной 2,0 км для водоснабжения г. Ковылкино.

1.1.4. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 5,0 тыс. м³/сут и водовода для водоснабжения г. Инсара.

1.1.5. Строительство Желтоноговского водозабора производительностью 10 тыс. м³/сут и водовода длиной 11,5 км для водоснабжения г. Краснослободска.

1.1.6. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 15,2 тыс. м³/сут и водовода для водоснабжения г. Темникова.

1.1.7. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 15,0 тыс. м³/сут и водовода для водоснабжения рп. Чамзинка и рп. Комсомольский.

1.1.8. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 12,2 тыс. м³/сут и водовода длиной 18 км для водоснабжения рп. Ромоданово и рп. Лямбирь.

1.1.9. Проектирование и строительство Слоимского водозабора производительностью 6,0 тыс. м³/сут и водовода для водоснабжения рп. Торбеево.

1.1.10. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 6,0 тыс. м³/сут и водовода для водоснабжения г. Ардатова и рп. Тургенево.

1.1.11. Поисково-разведочные работы, проектирование и строительство водозабора производительностью 3,8 тыс. м³/сут и водовода длиной 14 км для водоснабжения с. Большие Березники.

1.1.12. Реконструкция водопроводных сетей пропускной способностью 2,9 тыс. м³/сут и длиной 2,0 км в с. Старое Шайгово.

2. Строительство и реконструкция водозаборов поверхностных вод.

2.1. Завершение строительства Сурского водозабора производительностью 60,0 тыс. м³/сут для водоснабжения г. Саранска (включая финансирование по Федеральной программе экономического и социального развития РМ на 1996-2000 гг.).

3. Строительство, реконструкция и техническое перевооружение водоочистных станций.

3.1. Строительство станции обезжелезивания производительностью 12,0 тыс. м³/сут для водоснабжения г. Ковылкино.

4. Обустройство зон санитарной охраны водозаборов.

4.1. Обследование зон санитарной охраны водозаборов и эксплуатационных скважин в количестве 2 700.

4.2. Восстановление 36 км ограждений зон санитарной охраны водозаборов.

4.3. Вынос из зон санитарной охраны водозаборов особо опасных источников загрязнения (несанкционированных свалок, отходов сельскохозяйственного производства), обвалование объектов-загрязнителей.

4.4. Ликвидация (тампонаж) вышедших из строя 300 артезианских скважин.

4.5. Установление и обустройство 35-километровой водоохранной зоны реки Суры.

5. Установка водоизмерительной аппаратуры.

5.1. В 300 диктующих точках сети (на водозаборах).

5.2. 200 000 водомеров в жилищном фонде.

6. Строительство систем оборотного водоснабжения.

6.1. На АО "Завод автосамосвалов".

7.2. На Оброченском мясокомбинате Ичалковского района.

Развитие систем водоснабжения сельских населенных пунктов

1. Строительство, реконструкция и восстановление децентрализованных локальных систем водоснабжения.

1.1. Строительство и расширение сельских водозаборов общей производительностью 10 тыс. м³/сут и водопроводных сооружений с общей длиной водоводов 176,8 км.

1.2. Реконструкция сельских водоводов суммарной протяженностью 312,8 км.

1.3. Ремонт 419 артезианских скважин.

1.4. Строительство зон санитарной охраны у 120 водозаборов с общей длиной ограждений 108 км.

1.5. Оборудование 1 240 насосных станций системами автоматического управления.

1.6. Оборудование 1 861 насосных станций приборами водоучета.

1.7. Создание службы эксплуатации сельских водозаборов.

Мониторинг водных объектов - источников питьевого водоснабжения

1. Оптимизация сети, включающей 150 наблюдательных скважин.

2. Организация локального и объектного мониторинга на 50 существующих и вновь проектируемых водозаборах.

3. Организация 8 гидрологических постов на реках Сура, Алатырь, Мокша, Вад.

4. Развитие химико-аналитической базы.

Научно-техническое и нормативно-правовое обеспечение программы

1. Проведение опытно-изыскательских работ на предмет восполнения подземных вод в восточных районах Республики Мордовия (с перспективой создания водозабора производительностью 4,0 тыс. м³/сут).

2. Разработка и введение законодательных и нормативно-правовых актов по ужесточению ответственности водопользователей за безлицензионное пользование подземными и поверхностными водными объектами, использование артезианских вод в промышленных целях, пользование водными объектами без контрольно-измерительных приборов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Кочуров Б. И., Свиридов А. А.).....	3
1. ИСТОРИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МОРДОВИИ (Ямашкин А. А., Киревичев В. К.).....	6
2. ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (Ямашкин А. А)	17
2.1. Физико-географические условия	17
2.2. Ландшафты	30
2.3. Сезонная динамика ландшафтов	46
3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.....	48
3.1. Реки (Шутов А. М.).....	48
3.2. Озера (Шутов А. М.).....	83
3.3. Болота (Миронов С. И.).....	85
4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД (Сафонов В. Н., Порунов С. К.).....	86
4.1. Воды четвертичных и неогеновых отложений.....	87
4.2. Воды нижнепалеогеновых, меловых и юрских отложений.....	92
4.3. Воды пермских и каменноугольных отложений.....	95
4.4. Воды девонских и додевонских отложений.....	97
5. РЕСУРСЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	99
5.1. Баланс поверхностных вод (Шутов А. М.).....	99
5.2. Ресурсы питьевых подземных вод (Сафонов В. Н., Сафонова Н. Е.).....	103
5.3. Минеральные и промышленные подземные воды (Порунов С. К.).....	108

6. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МОРДОВИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	112
6.1. Гидрологическое районирование (Шутов А. М.).....	112
6.2. Гидрогеохимическая и гидрогеодинамическая зональность (Сафонов В. Н.).....	113
6.3. Инженерно-геологическое районирование и современные геологические процессы и явления (Федотова В. Ф., Ямашкин А. А.).....	122
7. СОСТОЯНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	132
7.1. Геотехнические системы по использованию подземных вод (Сафонов В. Н., Кранков В. И., Сафонова Н. Е.).....	132
7.2. Геотехнические системы на поверхностных водотоках (Володина Т. В., Шутов А. М., Ямашкин А. А.).....	142
7.3. Геотехнические системы оборотного, повторного использования воды и очистные сооружения (Володина Т. В., Кранков В. И.).....	148
7.4. Гидромелиоративные системы (Шутов А. М., Ямашкин А. А.).....	151
7.5. Влияние выбросов промышленных предприятий на ландшафты (Кирюшин А. В., Стульцев Ю. К.).....	152
7.6. Мониторинг качества поверхностных вод (Володина Т. В.).....	162
8. ПРОГНОЗ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВЕРХНЕ-СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНОГО ГОРИЗОНТА НА УЧАСТКАХ КРУПНОГО ВОДООТБОРА (Сафонова Н. Е.)	171
8.1. Прогноз изменения уровня подземных вод	171
8.2. Прогноз изменения химического состава подземных вод	172
9. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (Федотов Ю. Д.).....	175
9.1. Качество питьевой воды и здоровье населения	175
9.2. Геоэкологическое состояние территории Мордовии и здоровье населения	175
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Свиридов А. А., Ямашкин А. А.).....	179
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	181
ПРИЛОЖЕНИЯ	183