

РАЗДЕЛ 4.

ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 556.5

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ

Красильников П. А.¹, Коноплев А. В.², Алванян К. А.³, Тагильцев С. Н.⁴

^{1,2,3}Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Российская Федерация.

*⁴Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Российская Федерация.
E-mail: ¹chisp07@gmail.com, ²tagiltsev@k66.ru*

В работе приводятся результаты исследования инженерно-гидрологических условий бассейна р. Опачевка и каскада прудов, расположенных на ней. Актуальность исследования связана с тем, что со стороны Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края было направлено обращение в адрес авторов для экспертной оценки влияния карстопроявлений на уровень воды в р. Опачевка. В своем обращении министерство просит оказать содействие в организации гидрологического обследования реки Опачевка в Ординском муниципальном округе на предмет ее возможного исчезновения, поскольку в течение 2021–2023 годов на этом водотоке высохли два пруда, в зимний период 2024 года произошло обмеление еще одного пруда в деревне Грибаны (уровень воды понизился на 1,5 м от нормального подпорного уровня). Исследования окрестностей с. Опачевка и д. Грибаны, а также водосборного бассейна р. Опачевка были проведены авторами статьи в апреле 2024 г. Так же были изучены литературные и фондовые источники по карстопроявлениям в окрестностях с. Опачевка, изучены космические снимки, опубликованные в открытых источниках за период 2006–2020 гг. для установления причин обмеления реки и прудов, расположенных на ней, с целью оценки рисков возможного исчезновения водотока. Результаты этого исследования приведены в данной статье.

Ключевые слова: инженерные изыскания, карст, гидрологическая характеристика, гидротехнические сооружения, р. Опачевка.

ВВЕДЕНИЕ

Авторам данной работы со стороны Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края было направлено обращение администрации Ординского муниципального округа в части экспертной оценки влияния карстопроявлений на уровень воды в р. Опачевка. В своем обращении администрация муниципального округа просит оказать содействие в организации гидрологического обследования реки Опачевка в Ординском муниципальном округе на предмет ее возможного исчезновения. В течение 2021–2023 годов на этом водотоке высохли два пруда, в зимний период 2024 года произошло обмеление еще одного пруда в деревне Грибаны (уровень воды понизился на 1,5 м от нормального подпорного уровня) [7].

Исследования окрестностей с. Опачевка и д. Грибаны, а также водосборного бассейна р. Опачевка и трех прудов, расположенных на ней, были проведены

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ

авторами статьи в апреле 2024 г. Так же были изучены литературные и фондовые источники по карстопроявлениям в окрестностях с. Опачевка и изучены космические снимки в открытых источниках за период 2006–2020 гг. для установления причин обмеления реки и прудов, расположенных на ней, с целью оценки рисков возможного исчезновения водотока. Результаты этого исследования приведены в данной статье.

Необходимость проведения такого исследования вызвано беспокойством местных жителей в том, что они могут остаться без водоемов. При этом история с обмелением прудов активно обсуждалась и в местных средствах массовой информации [7]. Такое пристальное внимание к этим водоемам связано еще и с тем, что со слов местных жителей, эти пруды никогда «не уходили».

Все гидротехнические сооружения, рассматриваемые в этой работе, строились в 1982–1986 годах. Основным назначением каскада прудов стало разведение рыбы, сельскохозяйственное орошение, а также они служили пожарными водоёмами для близлежащих населенных пунктов. Очевидно, что причинами обмеления любого водоема является нарушение установившегося водного баланса, а соответственно либо недостаток питания, то есть снижение притока воды в водоемы, либо увеличение расхода, то есть, где-то формируется дополнительная область разгрузки.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Поверхностные водные объекты используются в качестве источников технического водоснабжения, в сельскохозяйственных целях (для орошаемого земледелия, а также для водопоя скота).

Населением водные объекты широко используются в рекреационных и противопожарных целях, в том числе для технического водоснабжения, полива, рыбозаведения.

Так как гидротехнические сооружения являются потенциально опасными объектами водохозяйственных систем и сооружений, на них (согласно Генплана) должны были быть выполнены следующие мероприятия для предотвращения ЧС или нанесения минимального ущерба:

Разработка паспорта безопасности гидротехнического сооружения (ГТС) пруда.

Разработка документа «Основные правила эксплуатации ГТС пруда».

Ведение журналов наблюдений за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах, за показателями состояния ГТС пруда в строгом соответствии с «Основными правилами».

Согласно «Основным правилам» строго соблюдать схему пропуска весеннего половодья и проведение предупредительной сработки пруда с тем, чтобы не допустить подтопления нижерасположенных территорий.

Ежегодно доводить схему пропуска весеннего половодья и наполнения пруда до сведения всех заинтересованных организаций и ведомств, а также органов, ответственных за безопасность населения и хозяйств в зоне ГТС и на нижерасположенном участке реки [2].

Государственный надзор за безопасностью ГТС осуществляют федеральные органы исполнительной власти, на которые Правительством Российской Федерации возложены данные функции.

Мониторинг водохозяйственных систем и сооружений на территории является основной задачей по обеспечению повышения надежности (безопасности) гидротехнических сооружений [3].

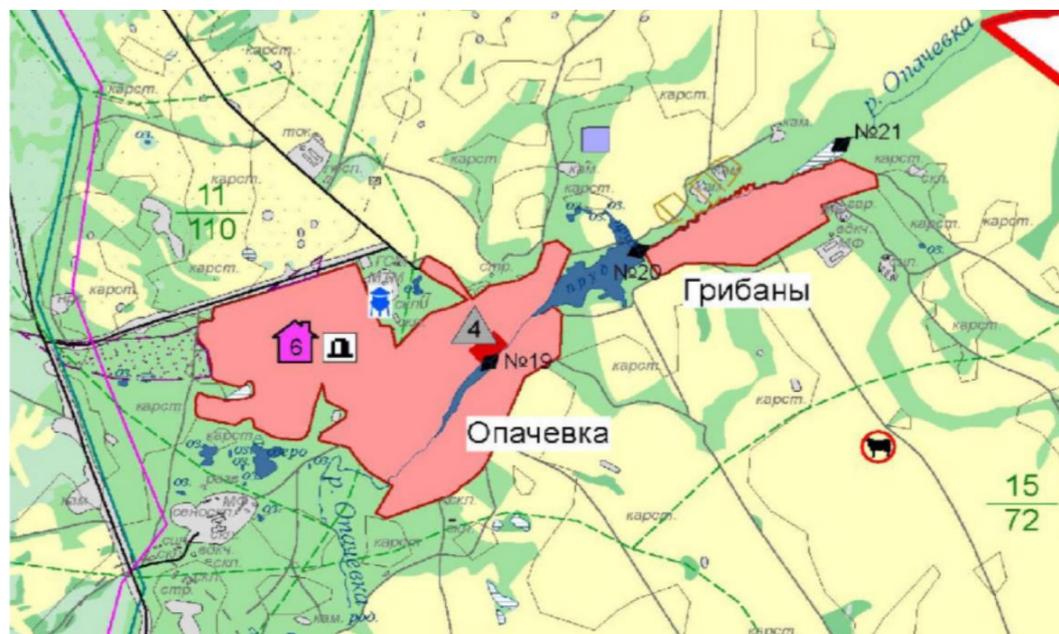


Рис. 1. Схема размещения прудов на р. Опачевка (пруды №19, №20, №21) [2].

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Река Опачевка полностью находится на территории Ординского муниципального округа и является притоком р. Кунгур, которая в свою очередь впадает в р. Ирень. Длина реки составляет 6,9 км, водоохранная зона составляет 50 м.

Уровневый режим реки характеризуется высоким весенним половодьем (в среднем 55 дней), летне-осенними паводками и длительной устойчивой зимней меженью. Наиболее низкие уровни в году наблюдаются в летний и зимний периоды.

Основное питание (60–70 %) реки района получают в период весеннего снеготаяния, меньшую роль в питании рек играют дождевые (15–20 %) и подземные воды (15–20 %).

В соответствии с питанием рек распределяется сток внутри года. В период весеннего половодья сбрасывается до 60 % объема годового стока, в летне-осенний и зимний период соответственно 30 % и 10 % от объема годового стока.

**ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА
В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ
УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ**

На реке Опачевка расположено три гидротехнических сооружения (таблица 1.) – пруда. Используются они для различных целей. Их характеристики приводятся по данным Генплана, составленного в 2013 году [2].

Поскольку основной объем питания в водные объекты поступает с атмосферными осадками, авторы работы проанализировали архивные данные по метеостанции, расположенной в Пермском крае, с целью установления количества выпавших осадков за предыдущие три года: 2021, 2022, 2023 гг.

Таблица 1.

Общие сведения о каскаде прудов на р.Опачевка

№ ГТС пруда согласно инвентаризации	Местоположение водного объекта (населенный пункт)	Объем пруда, тыс. м ³	Площадь зеркала водного объекта, га	Целевое назначение	Примечание (собственник, техническое состояние, необходимость ремонта)
№ 19	с. Опачевка	2,25	1,5	Рыборазведение	Собственник не определен
№ 20	с. Опачевка	1,5	1,0	Рыборазведение, рекреация	Собственник не определен
№ 21	д. Грибаны	7,2	2,4	Рыборазведение	Собственник не определен

Составлено авторами по [2].

КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ ВЫПАВШИХ В ПЕРИОД С 2021 ПО 2023 ГГ.

Информация о количестве выпавших осадков приводится на основе архивных данных, размещенных на интернет портале ГИС-центра ПГНИУ — «Опасные природные явления Пермского края» [1]. За 2021 год в Перми выпало 680 мм осадков, что составляет 99% от «новой» нормы, рассчитанной за 1991–2020 гг. (687 мм). Стоит отметить, что эта новая норма более чем на 10% выше «классической» нормы, рассчитанной за период 1961–1990 гг. (610 мм). Особенностью 2021 г. был сильный дефицит осадков в теплый период – май, июнь, август были сухими на большей части края. В то же время избыток осадков отмечался в холодный период (февраль, ноябрь, декабрь).

2022 год в Пермском крае был умеренно теплым и аномально сухим по меркам последних трех десятилетий. Среднегодовая температура воздуха в Перми составила +3,4°, что на 0,7° выше «новой» климатической нормы, рассчитанной за период 1991–2020 гг. В Перми 2022 г. оказался на 0,2° теплее, чем 2021 г. По территории края среднегодовая температура составила от +1,2° в Бисере до +4,6° в Чайковском. В основном это также превышает норму примерно на 1°, но при этом на севере и востоке края 2022 г. был теплее, чем 2021 г., более чем на 0,5° (из-за более теплой зимы), а на юге наоборот прохладнее на 0,1–0,4°, из-за более прохладного лета. Отметим, что в Перми 2022 год занял 4–5 место по средней

температуре в XXI веке, уступив только 2020 (+4,6°), 2008 (+4,4°), 2005 (+4,0°), и находится на одном уровне с 2016 г.

За 2022 год в Перми выпало 512 мм осадков, что составляет всего 74,5% от нормы. Таким образом, год стал аномально сухим. Меньше осадков в XXI веке выпало лишь в 2005 г. (470 мм), а до этого в 1987 г. (500 мм). В основном эта аномалия была обусловлена засухой во второй половине лета, и распространилась на центральные и восточные районы края. Как и в 2021 г., дефицит осадков в теплый период частично компенсировался избытком в холодный период, в частности в декабре.

За 2023 год в Перми выпало 473 мм осадков, что составляет всего 69% от нормы, рассчитанной за 1991–2020 гг. (687 мм). Таким образом, в Перми год стал вторым самым сухим за последние 40 лет, после 2005 г., когда выпало 470 мм осадков. Более того, этот год стал вторым аномально сухим подряд, поскольку в прошлом году также выпало всего 75% осадков от нормы, причем засуха пришлась на вторую половину года. Если в прошлом году наибольший дефицит осадков наблюдался на востоке края, то в этом году — на юге.

В период с мая по сентябрь наблюдалась рекордная по продолжительности засуха в южной и западной части края, которая сопровождалась крупными положительными аномалиями температуры воздуха, которые усиливали испарение. А в период с апреля до середины июля эффективных осадков в южной и юго-западной части края вообще почти не было — всего выпало 30–40 мм за 3,5 месяца, что составляет менее 20% от нормы.

Сочетание длительной засухи и высокой температуры воздуха обусловило значительные потери урожая сельскохозяйственных культур. Сообщалось, что потери продуктивности естественных кормовых угодий, кормовых трав, зерновых культур в 2023 году достигали 50% величины их средних многолетних значений. Также засуха привела к рекордному, не имеющему аналогов в истории наблюдений, обмелению рек. Приток воды в Камское водохранилище впервые снижался до отметок 465–480 м³/с в период открытого русла (минимумы наблюдались в третьей декаде августа и в конце сентября).

Сводные данные по количеству осадков по месяцам представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Количество осадков в период 2021–2023г по метеостанции Пермь

Месяц	Сумма осадков в 2021 г., мм	Сумма осадков в 2022 г., мм	Сумма осадков в 2023 г., мм	Норма 1991–2020 гг.
Январь	44	52	34	45
Февраль	47	30	20	33
Март	37	21	47	34
Апрель	40	43	5	36
Май	23	65	23	55
Июнь	65	69	22	88
Июль	144	144	51	78

**ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА
В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ
УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ**

Месяц	Сумма осадков в 2021 г., мм	Сумма осадков в 2022 г., мм	Сумма осадков в 2023 г., мм	Норма 1991–2020 гг.
Август	24	12	61	87
Сентябрь	70	37	33	64
Октябрь	50	53	56	63
Ноябрь	75	55	84	56
Декабрь	63	72	36	49
Год	680	512	473	687

Составлено авторами по [1].

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В геологическом отношении объекты исследования расположены на территории Иренского карстового района, преимущественно сульфатного и карбонатно-сульфатного карста [4, 5].

Зона активного водообмена и карстообразования складывается породами кунгурского яруса. В основании залегает филипповский горизонт плитчатых доломитов, нередко известковистых, оолитовых, прослоями мелоподобных, местами кавернозных. Каверны заполнены гипсом и ангидритом.

Карст на территории отличается высокой интенсивностью, большими плотностями карстовых форм, значительными коэффициентами поверхностной площадной и глубинной закарстованности, большой частотой провалов. Карст относится к голому на участках выхода пород на поверхность, задернованному, подэлювиальному, подаллювиальному, местами закрытому — под соликамскими некарстующимися или менее карстующимися карбонатными отложениями.

Преобладающими карстовыми формами являются карстовые воронки, образующие карстовые поля. Наибольшая плотность воронок отмечается в присклоновых частях, на склонах долин, логов и оврагов. На площади развития демидковской пачки гипсов на водоразделе и присклоновой части долины р. Опачевки плотность карстовых форм достигает 160 форм/км². В направлении от долин к водоразделам их плотность уменьшается, что объясняется увеличением мощности покровных отложений в этом направлении. В местах, где гипсы и ангидриты залегают неглубоко, либо выходят на поверхность, плотность воронок резко увеличивается [4, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пруд находится в центре села Опачевка, имеет длину 360 м, ширину в районе плотины 50 м. На момент обследования пруд № 19 заполнен полностью, из него осуществляется излив воды через водопропускное сооружение с расходом около 10-15 л/сек (рис.3).

Пруд № 19

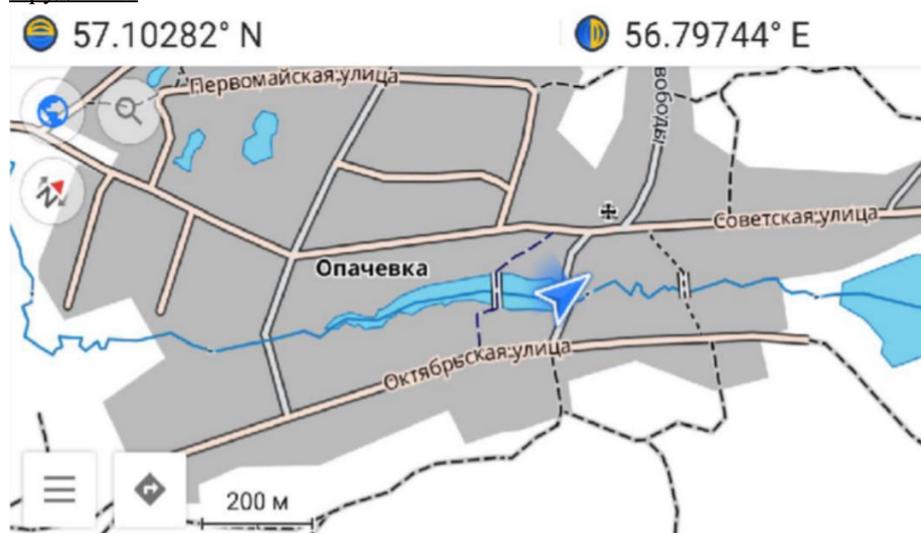


Рис. 2. Схема расположения пруда № 19.
Составлено авторами на основе web-карт.



Рис. 3. Вид на пруд с плотины — слева, справа — водопропускное сооружение в теле плотины.

Анализ ретроспективных космических снимков показал, что колебание уровня воды в прудах и исчезновение воды на отдельных участках русла р. Опачевки имеет эпизодический характер. Сравнение снимков весеннего и летнего уровней показывает, что пруды № 19 и 21 наполняются весной полностью, и даже осуществляется сброс воды. Летом возможно падение уровней, причем в пруду 19 это проявляется сильнее, чем в пруду 21 (рис.4).

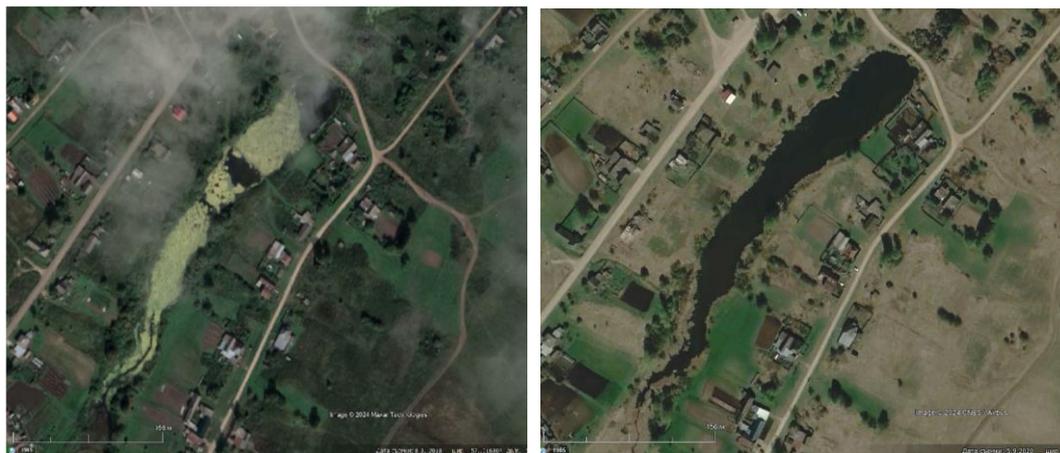


Рис. 4. Космоснимки пруда № 19 в летнюю межень — слева (дата съемки 31.08.2018 г.) и в период весеннего половодья — справа (дата съемки 09.05.2020 г)

Пруд № 20

Пруд расположен между с. Опачевка и д. Грибаны. Размеры при полном заполнении 700 x 200 м, на момент обследования размеры 420 x 85–90 м. Даже на момент завершения весеннего паводка пруд не заполнен, отметка воды ниже водопропуска на 2,9 м. Ниже плотины русло реки сухое с небольшими участками стоячей воды, движение воды появляется только на расстоянии 100 м ниже плотины, где в русло начинает поступать вода из мочажин, береговой и русловой разгрузки подземных вод.

Для сравнительного анализа динамики колебания уровня воды в пруду осуществлялась оцифровка береговой линии в разные года на основе ретроспективных космоснимков, а затем совмещалась на единой картографической основе. Результаты этих построений представлены на рисунке 5.

Анализ космических снимков показал, что пруд № 20 испытывает дефицит воды и полностью не заполняется как минимум с 2006 года. Это, скорее всего, связано с потерей воды через дно водоема в зонах повышенной проницаемости и может быть связано с активизацией карстовых процессов (рис. 6).

Пруд № 21.

Пруд расположен на северо-западной окраине д. Грибаны на расстоянии 0,8 км от пруда № 20. Имеет размеры 480 x 110 м. На момент обследования питание получает только за счет подземных вод, так как движение воды в р. Опачевка появляется только на расстоянии 100 м ниже плотины № 20, где в русло начинает поступать вода из мочажин, береговой и русловой разгрузки подземных вод. Самая водообильная зона находится в интервале 600–750 м ниже плотины, где русло наполняется водой многочисленных нисходящих и восходящих источников (рис. 7).

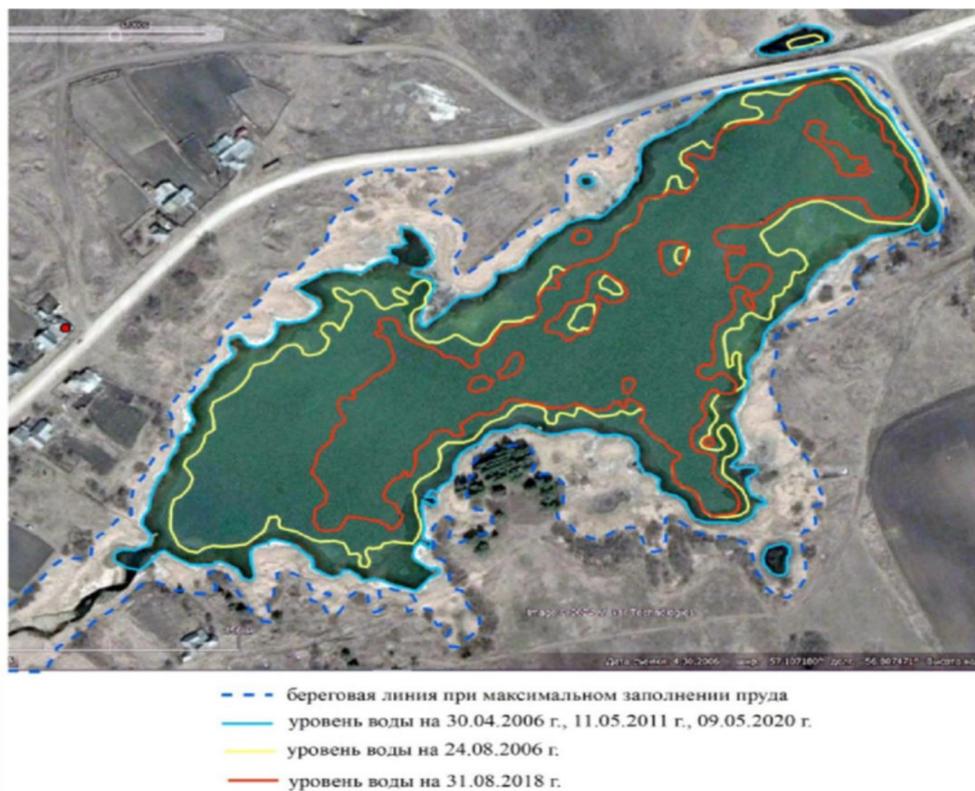


Рис. 5. Изменения береговой линии пруда № 20 в зависимости от уровня воды
Составлено авторами по ретроспективным космоснимкам.



Рис. 6. Слева - Вид на плотину и водопропускное сооружение со стороны пруда; справа — карстовые воронки на южном берегу пруда.



Рис. 7. Водообильные зоны и родники в долине р. Опачевка выше пруда № 21
Составлено авторами на основе космоснимков Google

ВЫВОДЫ

Рекогносцировочное инженерно-гидрологическое обследование окрестностей с. Опачевка и д. Грибаны, реки Опачевка и трех прудов, расположенных на ней, было проведено 25.04.2024 г. На момент обследования пруд № 19 заполнен полностью, из него осуществляется излив воды и река Опачевка, пусть и с небольшим расходом, питает пруд № 20. Однако, даже на момент завершения весеннего паводка, пруд практически не заполнен, отметка воды ниже водопропуска на 2,9 м. Ниже плотины русло реки сухое с небольшими участками стоячей воды, движение воды появляется только на расстоянии 100 м ниже плотины, где в русло начинает поступать вода из мочажин, береговой и русловой разгрузки подземных вод. Самая водообильная зона находится в интервале 600–750 м ниже плотины, где русло наполняется водой многочисленных нисходящих и восходящих источников.

Анализ космических снимков показал, что колебание уровня воды в прудах и исчезновение воды на отдельных участках русла р. Опачевки имеет эпизодический характер. Сравнение снимков весеннего и летнего уровней показывает, что пруды № 19 и 21 наполняются весной полностью, и даже осуществляется сброс воды. Летом возможно падение уровней, причем в пруду 19 это проявляется сильнее, чем в пруду 21. Пруд № 20 испытывает дефицит воды, полностью не заполняется как минимум с 2006 года (по наличию космоснимков на момент обследования). Это, скорее всего, связано с потерей воды через дно водоема в зонах повышенной проницаемости, в том числе из-за наличия карстовых форм.

Отдельно стоит отметить, что 2021–2022 года, по данным ГИС-центра ПГНИУ, стали рекордно засушливыми годами — это уникальные аномалии для Перми и

Пермского края [8]. Лето 2023 г. в Пермском крае было умеренно теплым и очень сухим. Главной его особенностью также стала засуха, которая началась еще в апреле, в ряде южных районов края продолжалась до последней пятнадцатидневки августа, а в Чернушинском районе не завершилась и к сентябрю. Засуха стала самой продолжительной за всю историю наблюдений в Пермском крае. Это привело в свою очередь к резкому падению уровней подземных вод. Возвращение количества осадков к климатической норме постепенно восстановит гидрологический режим водотоков.

В связи с чем, велика вероятность того, что с выпадением нормальной нормы осадков уровень воды в реке и озерах постепенно восстановится.

Также следует отметить, что территория Ординского муниципального округа относится к Ирэнскому карстовому району, который является примером сульфатного карста. Согласно исторической справке, приведенной по данным отчета ГИ УрО РАН, в с. Красный Ясыл (расположено недалеко от с. Опачевка) с 1959 по 1979 гг. произошло 7 карстовых провалов, в том числе в 1977 г. у колхозного общежития — 10 x 12 м, глубиной 8 м, в 1979 г. провал возник в зернохранилище. В 1949 г. на юго-западной окраине села Опачевка провалился и утонул во вскрывшемся подземном водоеме Е. Игошев. Неподалеку от села в 60-е годы на поле между Климихой и Губанами во время ночной вспашки вместе с землей провалился гусеничный трактор И.В. Трясцына [6]. Поэтому нельзя однозначно исключать возможные риски обмеления р.Опачевка и прудов из-за активизации карстовых процессов.

По результатам выполненных рекогносцировочных исследований и анализа фондовой и опубликованной в средствах массовой информации установлено, что обмелений реки и расположенных на ней прудов связано с климатическими особенностями территории за предыдущие годы. А именно, с минимальным выпадением количества осадков в 2021–2023 годах. При восстановлении климатической нормы осадков уровень воды в реке и в прудах № 19 и № 21 — восстановится.

Сложнее обстоит дело с прудом № 20, поскольку по данным ретроспективных космоснимков он не заполняется, как минимум, с 2006 года. С большой вероятностью это связано с потерей воды через ложе водоема в зонах повышенной проницаемости. Для установления местоположения таких областей рекомендуется провести комплекс гидрогеологических и инженерно-карстологических исследований этой территории, которые помогут локализовать эти участки и сформировать аргументированные предложения для проектных решений.

Список литературы

1. Опасные природные явления Пермского края. // [Электронный ресурс]. URL: <http://accident.perm.ru/> (Дата обращения: 30.01.2025 г.)
2. Генеральный план Красноясыльского сельского поселения Ординского муниципального района. Пояснительная записка. Обосновывающие материалы. Том 2. ПермПромПроект. 2013.
3. Редактор: Недрига В.П. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1983. 543 с.
4. Карст и пещеры Пермской области / К.А. Горбунова, В.Н. Андрейчук, В.П. Костарев,

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА
В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ
УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ

- Н.Г. Максимович. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. 200 с.
5. Максимович Н.Г., Кадебская О.И., Мещерякова О.Ю. Сульфатный карст Пермского края: монография. Пермь: ПГНИУ, ЕНИ ПГНИУ, ГИ УрО РАН, 2021. 302 с
 6. Оценка проявлений опасных геологических и техногенных процессов на урбанизированных закарстованных территориях Пермского края. Отчет ГИ УрО РАН. Пермь, 2018. 401 с.
 7. Вернуться не обещал. За деревней Грибаны пересыхает пруд на реке Опачёвке // [Электронный ресурс]: <https://moi-raion59.ru/articles/media/2024/4/18/vernutsya-ne-obeschal-za-derevnej-gribanyi-peresyhaet-prud-na-reke-opachyovke/> (Дата обращения: 30.01.2025 г.)
 8. Август-2022 в Прикамье стал самым засушливым за всю историю метеонаблюдений // [Электронный ресурс]: <https://59.ru/text/summer/2022/09/01/71618621/> (Дата обращения: 30.01.2025 г.).

**ENGINEERING-HYDROLOGICAL STUDY OF THE OPACHEVKA RIVER
BASIN IN THE ORDINSKY MUNICIPAL DISTRICT OF PERM KRAI TO
DETERMINE THE CAUSES OF SHALLOWING OF THE RIVER AND PONDS**

Krasilnikov P. A.¹, Konoplev A. V.², Alvanyan K. A.³, Tagiltsev S. N.⁴

^{1,2,3}Perm State University, bld. 15, Bukireva str., 614000, Perm, Russian Federation

⁴Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russian Federation

E-mail: ¹chisp07@gmail.com, ²tagiltsev@k66.ru

The paper presents the results of the study of engineering-hydrological conditions of the Opachevka river basin and the cascade of ponds located on it. The relevance of the research is connected with the fact that the Ministry of Natural Resources, Forestry and Ecology of Perm Krai sent an appeal to the authors for an expert assessment of the impact of karst occurrences on the water level in the Opachevka River. In its appeal, the Ministry requests assistance in organizing a hydrological survey of the Opachevka River in the Ordinsky Municipal District for its possible disappearance, since during 2021–2023 two ponds dried up on this watercourse, and in the winter period of 2024 another pond in the village of Gribany shallowed (the water level dropped by 1.5 m from the normal retaining level). Surveys of the vicinity of the village of Opachevka and the v. Surveys in the vicinity of Opachevka village and Gribany village. Gribany, as well as water-collecting basin of the river Opachevka were carried out by the authors of the article in April 2024. Opachevka, studied space images published in open sources for the period 2006–2020 to determine the causes of shallowing of the river and ponds located on it, in order to assess the risks of possible disappearance of the watercourse. The results of this study are summarized in this article.

The need for such a study was caused by the concern of local residents that they may be left without water bodies. At the same time, the story of ponds shallowing was actively discussed in the local mass media. Such close attention to these water bodies is also due to the fact that, according to local residents, these ponds have never “gone away”.

All hydraulic structures considered in this paper were built in 1982–1986. The main purpose of the cascade of ponds was fish farming, agricultural irrigation, and they also served as fire ponds for nearby settlements. Obviously, the causes of shallowing of any water body are the disturbance of the established water balance, and accordingly, either

lack of nutrition, i.e. reduction of water inflow to water bodies, or increase in flow, i.e. an additional discharge area is formed somewhere.

Reconnaissance engineering-hydrological survey of the vicinity of the village. Opachevka village and v. At the time of the survey, one pond is completely filled, water is spilling out of it and the Opachevka River, albeit at a low flow rate, feeds the pond below it. However, even at the end of the spring flood, the pond is not filled, the water level is 2.9 m below the culvert. Downstream of the dam the river channel is dry with small areas of standing water, water movement appears only at a distance of 100 m downstream of the dam, where water begins to enter the river channel from cesspools, bank and channel groundwater discharge. The most water-abundant zone is in the interval of 600-750 m below the dam, where the channel is filled with water from numerous downstream and upstream springs.

Analysis of space images has shown that water level fluctuations in the ponds and water disappearance in some parts of the Opachevka River channel have episodic character. Comparison of images of spring and summer levels shows that the ponds are completely filled in spring, and even water is discharged. In summer, a drop in levels is possible, with one of the ponds showing this more severely. One of the three ponds is water deficient and has not been fully filled since at least 2006 (based on the availability of satellite imagery at the time of the survey). This is most likely due to water loss through the bottom of the pond in areas of high permeability, including the presence of karst forms.

It should be noted that the territory of Ordinsky Municipal District belongs to the Irena karst area, which is an example of sulfate karst. In Krasny Yasyl village (located near Opachevka village) from 1959 to 1979 there were 7 karst sinkholes, including in 1977 near the collective farm dormitory — 10x12 m, 8 m deep, in 1979 a sinkhole occurred in the grain storehouse. Therefore, we cannot definitely exclude possible risks of shallowing of the Opachevka River and ponds due to the activation of karst processes.

It should be noted that the territory of Ordinsky municipal district belongs to the Irena karst area, which is an example of sulfate karst. In Krasny Yasyl village (located not far from Opachevka village) from 1959 to 1979 there were 7 karst sinkholes, including in 1977 near the collective farm dormitory — 10x12 m, 8 m deep, in 1979 a sinkhole occurred in the granary. Therefore, we cannot definitely exclude possible risks of shallowing of the Opachevka River and ponds due to the activation of karst processes.

It should be separately noted that 2021–2022, according to the data of the GIS-center of PGNIU, became record dry years — these are unique anomalies for Perm and Perm Krai. The summer of 2023 in Perm Krai was moderately warm and very dry. Its main feature was also a drought that began as early as April. The drought was the longest in the entire history of observations in the Perm Krai. This in turn led to a sharp drop in groundwater levels. Therefore, there is a high probability that with the normal precipitation, the water level in the river and lakes will gradually recover.

Keywords: engineering surveys, karst, hydrological characterization, hydraulic structures, Opachevka River.

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОПАЧЕВКА
В ОРДИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ ДЛЯ
УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ОБМЕЛЕНИЯ РЕКИ И ПРУДОВ

References

1. Opasnye prirodnye yavleniya Permskogo kraya. // [Elektronnyj resurs]. URL: <http://accident.perm.ru/> (Data obrashcheniya: 30.01.2025 g.). (in Russian)
2. General'nyj plan Krasnoyasl'skogo sel'skogo poseleniya Ordinskogo municipal'nogo rajona. Poyasnitel'naya zapiska. Obosnovyuyushchie materialy. Tom 2. PermPromProekt. 2013.
3. Redaktor: Nedriga V.P. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Spravochnik proektirovshchika. M.: Strojizdat, 1983. 543 s. (in Russian)
4. Karst i peshchery Permskoj oblasti / K.A. Gorbunova, V.N. Andrejchuk, V.P. Kostarev, N.G. Maksimovich. Perm': Izd-vo Perm. un-ta, 1992. 200 s. (in Russian)
5. Maksimovich N.G., Kadebskaya O.I., Meshcheryakova O.Yu. Sul'fatnyj karst Permskogo kraja: monografiya. Perm': PGNIU, ENI PGNIU, GI UrO RAN, 2021. 302 s. (in Russian)
6. Ocenka proyavlenij opasnyh geologicheskikh i tekhnogennyh processov na urbanizirovannyh zakarstovannyh territoriyah Permskogo kraja. Otchet GI UrO RAN. Perm', 2018. 401 s. (in Russian)
7. Vernut'sya ne obeshchal. Za derevnej Gribany peresyhaet prud na reke Opachyovke // [Elektronnyj resurs]: <https://moi-raion59.ru/articles/media/2024/4/18/vernutsya-ne-obeshchal-za-derevnej-gribanyi-peresyhaet-prud-na-reke-opachyovke/> (Data obrashcheniya: 30.01.2025 g.). (in Russian)
9. Avgust-2022 v Prikam'e stal samym zasushlivym za vsyu istoriyu meteonablyudenij // [Elektronnyj resurs]: <https://59.ru/text/summer/2022/09/01/71618621/> (Data obrashcheniya: 30.01.2025 g.). (in Russian)

Поступила в редакцию 31.01.2025 г.