

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВСКРЫТИЯ РЕКИ ЕМЦЫ

Емца — река бассейна Белого моря, левый приток Северной Двины. Протекает по территориям Плесецкого и Холмогорского районов Архангельской области. Река берет свое начало при слиянии двух небольших притоков — рек Режма и Крестовая, берущих начало от заболоченного Онего-Северо-Двинского водораздела к востоку от Онеги. Общее направление течения — на северо-восток. Емца впадает в рукав Репный (расстояние от устья 7 км, длина водотока 188 км), рукав в свою очередь впадает в Северную Двину (расстояние от устья 234 км, длина водотока 8 км) (Гидрологическая изученность. Л., 1965. Т. 3. Северный край. С. 156).

Река Емца уникальна. В отличие от других рек, находящихся на той же широте, она в верховьях не замерзает. В низовьях лед образуется только в сильные морозы, ледоход, как правило, отсутствует, чаще всего река освобождается в результате прохождения «полыньи» — так местное население называет процесс таяния льда на реке в весенний период, даже и при отрицательных температурах воздуха (рис. 1).



Рис. 1. Зимняя «полынья» на р. Емце

Происходит это примерно за две недели до прохождения ледохода на Северной Двине в месте впадения р. Емцы. Научные источники информации, в которых говорится об этом явлении, немногочисленны, и в них отсутствует аргументированное объяснение причин его возникновения. Вероятно, поэтому среди местного населения существуют разные предположения о причинах образования «полыньи», многие из которых передаются от предыдущих поколений. Некоторые считают, что «полынья» — это талая вода, которая идет с верховья. Она быстро разъедает и уничтожает лед (Минина Т.В., Шаров И.В. Емчане. Петрозаводск, 2007. С. 85).

Еще одна версия заключается в том, что «полынья» образуется из-за большого количества «едкой» воды из близлежащих болот, которая попадает в низовья реки (Емецк и его окрестности: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tourister.ru/responses/id\\_13106](https://www.tourister.ru/responses/id_13106)). Но большая часть местных рек берет свое начало из болот, и лишь для Емцы характерно явление «полыньи».

Изучение данного явления было решено осуществить с участием учеников МБОУ «Емецкая средняя школа». Возникло предположение, что так называемая «едкая» вода возникает в результате изменения pH воды, что способствует разрушению льда. В период с октября 2024 года по апрель 2025 года с помощью современной цифровой лаборатории RELEON, находящейся в кабинете химии МБОУ «Емецкая СШ» периодически измерялся водородный показатель воды из р. Емцы, а также, для сравнения, pH воды из р. Ваймуги, которая является притоком Емцы (рис. 2).

Пробы воды р. Емцы отбирались с ее поверхности из «полыньи», которую Емецкая гидрометеорологическая станция ежедневно использует для наблюдений. Пробы воды р. Ваймуги отбирались с берега в период до ледостава примерно за 500 м до ее впадения в р. Емцу и у места, где она берет свое начало из болота. Полученные результаты представлены в таблице 1.



Рис. 2. И. Мороз определяет водородный показатель воды

Таблица 1

Водородный показатель воды р. Емцы и р. Ваймуги

Дата взятия пробы	Значение водородного показателя pH		
	р. Емца	р. Ваймуга (исток)	р. Ваймуга (500 м до впадения в р. Емца)
14.10.2024	7,5	7,4	7,5
21.10.2024	7,5	7,5	7,5
11.11.2024	8,3	6,9	7,7
25.11.2024	7,9	7,4	7,6
09.12.2024	7,8	6,9	7,7
16.12.2024	7,4	7,3	7,3
20.01.2025	7,6		
27.01.2025	7,0		
03.02.2025	7,8		
10.02.2025	7,8		
24.02.2025	7,8		ледостав
27.03.2025	7,6		
14.04.2025	прошла «полынья»		
16.04.2025	7,36		
20.04.2025	6,8		

Из приведенных данных видно, что на протяжении всего периода до прохода «попыньи» и после водородный показатель воды в р. Емце близок к нейтральному и практически не отличается от водородного показателя воды из р. Ваймуги, в которой кислотность даже выше, чем в Емце, за счет того, что в ее составе больше болотной воды. В пробах воды, взятых из р. Ваймуги в ее истоке, значения pH еще ниже. Исследование, таким образом, подтвердило, что образование «попыньи» на Емце не связано с влиянием поступающих в нее болотных вод.

Ряд исследователей указывают на карстовое происхождение р. Емцы, отмечая, что в верховьях она не замерзает даже в тридцатиградусные морозы, а ниже по течению из-за выхода ключей лед на ней не бывает толстым (Ильина Л.Л., Грахов А.К. Реки Севера. Л., 1987. С. 36). При потеплении в зимний период, а также с наступлением весны лед тает на месте, в связи с чем выраженного ледохода не отмечается (Студенов И.И., Новоселов А.П., Студенова М.А. О статусе бассейна реки Емцы в связи с уникальностью его экосистемы // Геодинамика и геоэкология: материалы международной конференции. Архангельск, 1999. С. 350–352). Карстовое происхождение Емцы, а также многочисленные родники и реки, питающие ее, как показало исследование, играют свою определяющую роль в образовании термической «попыньи». Чтобы понять, как подземные воды влияют на таяние льда, ученик 8 класса МБОУ «Емецкая СШ» Илья Мороз и его научный руководитель, учитель химии Ольга Дмитриевна Сумарокова посетили объединенную гидрометеорологическую станцию Емецк, где познакомились с организацией наблюдений на р. Емце. В бассейне реки функционируют три поста: в верховьях Емцы (около железнодорожного моста), в с. Сельцо (среднее течение) и в с. Емецк (нижнее течение).

Наблюдатели этих постов два раза в сутки (в 8.00 и в 20.00) измеряют и фиксируют в специальном ежемесячном журнале «Книжка для записи гидрологических наблюдений» (рис. 3) следующие данные: уровень воды; температура воды на глубине 0,3 м; температура воздуха; вид и количество осадков; делают записи о состоянии водного объекта. И. Морозу и О.Д. Сумароковой была предоставлена возможность поработать с архивом на-

**РОСГИДРОМЕТ**

КГ – 1М(Н)

**КНИЖКА**

для записи гидрологических наблюдений  
за февраль месяц 2022 г.

Река Емца  
Пост п-д мост Станция Емецк  
Дата отправления на станцию 03 марта 2022  
Дата получения на станции 10.03  
Наблюдатель поста Сорокин В.А.  
Начальник станции \_\_\_\_\_ Перфорировал \_\_\_\_\_

Код гидрологии	Код поста	Год, месяц (ТГММ)
4-1	70309	20 02

Код информации	Код постов	Год, месяц (ТГММ)	Дата перфорации (ТГММДД)
112011	2	20 02	4

**Справочные сведения**

Номер строки	Количество книжек (таблиц) за отчетный месяц, подлежащих перфорации					
	1	2	3	4	5	6
1	КГ – 1М КГ – 3М	КГ – 3М	КГ – 5М	ТГ – 10М		
2	ТГ – 3М	ТГ – 11М	ТГ – 35М	ТГ – 15М	ТГ – 14М	ТГ – 4М

Рис. 3. Книжка для записи гидрологических наблюдений

блюдений на постах за 2020–2024 годы. Изучались прежде всего наблюдения в зимний период, т. е. за январь, февраль, март, апрель.

Для выявления какой-либо закономерности были составлены сравнительные таблицы по каждому году. Это позволило выявить наличие взаимосвязи температуры воды и температуры воздуха, как следствие — образование «попыньи» либо ледостава. Эта взаимосвязь продемонстрирована на графиках. Графики составлялись для периодов, когда начинается процесс таяния льда, на каждом из трех постов за 2020–2024 годы. Анализ документов гидрометеостанции и составленные графики позволили выявить главную закономерность: лед начинает таять, когда температура воды чаще всего достигает 0,6–0,8 °С, в это время и начинают образовываться промоины, вслед за которыми проходит «попынья», как это видно на графике (рис. 4, 5).

Рис. 4. Изменения температуры воздуха и воды в р. Емце в районе с. Емецк в марте 2020 года



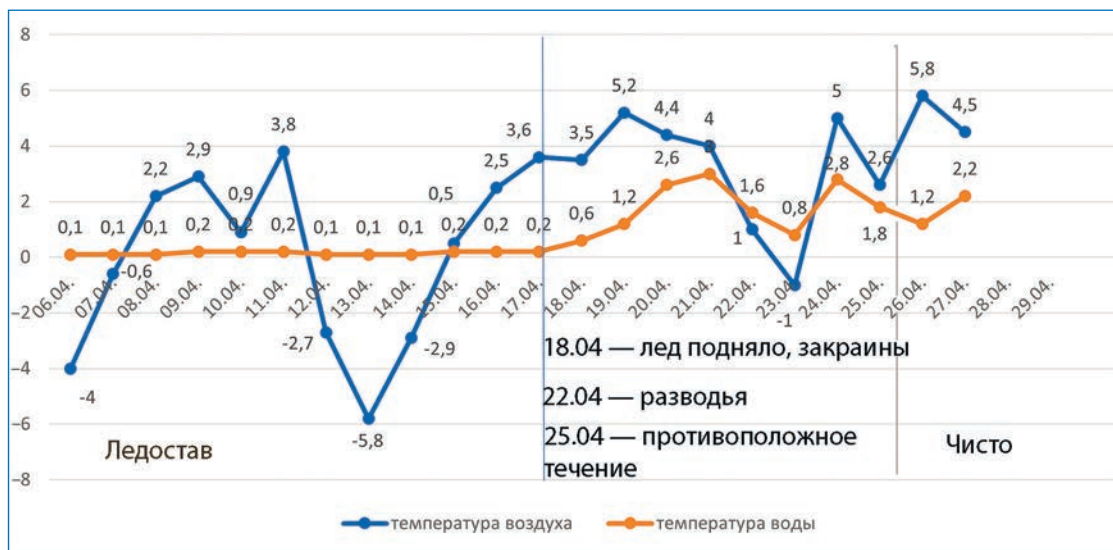


Рис. 5. Изменения температуры воздуха и воды в р. Емце в районе с. Емецк в апреле 2023 года

После анализа данных и оценки состояния реки был сделан вывод, что лед стал таять при температуре воды 0,8 градусов. Аналогичная картина, как правило, наблюдалась и на других постах за весь анализируемый период.

Бывали и исключения. Например, можно предположить, что с 18 на 19 апреля 2023 года, когда температура воды повысилась с 0,6 градусов до 1,2 градусов, должно было начаться таяние ледяного покрова, но этого не произошло, так как был высокий уровень воды, равный 480 см над «0» поста, «полынья» до Емецка не дошла. Таким образом, в 2023 году р. Емца вскрывалась обычным ледоходом (в таких случаях местные жители говорят, что «полынья утонула»).

Как уже было сказано, в верховьях река Емца не замерзает, за исключением длительных периодов, ког-

да температура воздуха опускается ниже 20 градусов мороза, как это видно на графике (рис. 6).

Из сопоставления изменений термических условий и оценок состояния реки видно, что с 9 на 10 января температура воды из-за сильных морозов опустилась до 0,8 градусов, после чего стали образовываться забереги, температура воды продолжала опускаться до образования полного ледостава. При ослаблении мороза 18 апреля температуры воды повысилась до 0,7 градусов, после чего лед начал таять.

Данные выводы позволили дать ответы на ряд вопросов, интересующих местное население.

*Причины отсутствия постоянного ледостава в верховьях Емцы.* Температура замерзания воды составляет 0 °С. На температуру воды любой реки влияют многие факторы: обмен теплом с атмосферой, затрата тепла на

Рис. 6. Изменения температуры воздуха и воды в р. Емце в районе железнодорожного моста в январе 2021 года



испарение и выделение его при конденсации, теплообмен с ложем русла, температура грунтовых вод и другие. В случае Емцы подземные воды из-за ее карстового происхождения играют ключевую роль. Температура подземных вод составляет примерно 5 °С. Температура поверхности реки зимой при отрицательных температурах воздуха близка к нулю. Потоки воды с разной температурой перемешиваются, при этом температура воды, по данным журнала наблюдений на посту в районе железнодорожного моста, варьируется в пределах 1–2 °С, следовательно, вода в реке не замерзает. Ледостав образуется только в тех случаях, когда температура воздуха опускается ниже 20 °С в течение длительного периода, как это было, например, в 2021 году: в районе железнодорожного моста наблюдалось образование льда с 14 по 17 января, при этом морозы достигали отметки –32 °С. Такая же картина наблюдалась в 2023 году: с 6 по 10 января был ледостав, температура воздуха в эти дни опускалась до –30 °С. Таким образом, можно сделать вывод, что родники, включая подземную реку, впадающую в Емцу за 4 км перед железнодорожным мостом (Ильина Л.Л., Грахов А.К. Реки Севера. Л., 1987. С. 36), значительны по своему объему и «согревают» Емцу, не давая ей замерзнуть в верховьях, там, где река имеет небольшую ширину.

*Причины образования шуги в среднем течении Емцы и формирование ледостава в нижнем течении.* У нас нет возможности определить количество грунтовых вод, питающих Емцу, но можно сделать следующие предположения: в среднем и в нижнем течении реки становится меньше родников, что подтверждается значениями летних температур воды. Так, в июле 2024 года в меженный период минимального стока максимальная температура воды у железнодорожного моста была +12 °С, у с. Сельцо она составила +17 °С, а около с. Емецк — +20 °С, то есть происходит увеличение температуры воды к низовьям в летнюю межень, когда при значимой роли подземного питания реки объем грунтовых вод уменьшается. Кроме того, по течению реки увеличиваются ее размеры, то есть увеличивается объем воды, при этом влияние подземных вод, даже если их количество не изменилось, уменьшается, поэтому в зимний период температура воды опускается ниже 0,8 °С, что приводит к образованию шуги рядом с открытыми участками воды в среднем течении и к полному ледоставу в нижнем течении Емцы.

*Причины образования промоины и воронки перед прохождением «попыньи».* В Емце имеются потоки воды с разной температурой: подземные воды с температурой примерно +5 °С, поверхностные слои — около 0 °С. Слои воды с более высокой температурой поднимаются вверх, с более холодной — опускаются вниз. В результате их перемешивания возникает турбулентность, приводящая к формированию воронок, которые способствуют более быстрому разрушению льда и образованию промоин, способствующих прохождению «попыньи». Она продвигается из-за постепенного повышения температуры воды выше 0,8 °С. Сначала температура воды повышается на вышележащих постах с февраля по апрель до 4,9 °С (2020); до 5,9 °С (2021); до 5 °С (2022); до 6 °С (2023). Эти теплые воды «согревают» воды ниже по течению и постепенно приводят к таянию льда на реке, т. е. происходит его термическое разрушение.

*Причины продвижения «попыньи» вдоль левого берега реки.* В среднем течении Емцы «попынья» идет вдоль левого берега (Полынья на реке Емца:

[Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/video/preview/13360900812205387929>). Причина заключается в многочисленных выходах грунтовых вод до железнодорожного моста именно с левой стороны. Но в нижнем течении Емцы влияние вод подземной реки ослабевает, воды перемешиваются, температура воды выравнивается, поэтому в районе с. Емецк, по свидетельству очевидцев, «попынья» уже не имеет левосторонней ориентации.

*Причины более быстрого продвижения «попыньи» во время морозов.* По данным журналов наблюдений, «попынья» продвигается быстрее при низких уровнях воды, и это вполне объяснимо: подземным родникам при этом приходится «прогревать» меньший объем воды, соответственно, и процесс таяния льда при этом происходит активнее. Низкий уровень воды бывает во время морозов; при отрицательных температурах не тает снег, соответственно, река не пополняется талыми водами, и увеличения объема воды не происходит. Это же объясняет, почему «попынья» в иные годы не доходит не только до Северной Двины, но и до Емецка. Такое случается при высоких уровнях воды: подземные более теплые воды не могут нагреть большие объемы воды до температуры 0,8 °С, лед перестает таять, и остатки его разрушаются с образованием ледохода. По данным метеостанции с. Емецк, за последние семь лет «попынья утонула» в 2023 и 2024 годах, когда уровень воды был выше 400 см нулевой отметки поста (табл. 2).

Таблица 2

Даты прохождения «попыньи» на р. Емце в районе с. Емецк по гидрологическим наблюдениям поста Емецк

Год	Дата прохождения «попыньи»	Уровень воды (см над «0» поста)	Температура воды
2019	11.04	17	–
2020	26.03	330	0,8
2021	13.04	149	0,4
2022	18.04	56	0,8
2023	24.04	480	0,8
2024	17.04	485	0,4
2025	15.04	283	–

Таким образом, выполненные наблюдения позволили понять, как грунтовые воды участвуют в питании реки и процессе образования «попыньи» на р. Емце. Анализ данных гидрологических наблюдений, которые ведутся на трех постах вдоль Емцы, позволил разобраться в тонкостях уникального природного явления и ответить на большую часть вопросов, которые вызывали и продолжают вызывать интерес у жителей Холмогорской земли. Но один из вопросов остался невыясненным. Старожилы говорят, что после прохождения «попыньи» женщины торопились идти на реку полоскать белье, считалось, что оно в этой воде отбеливается, а девушки, у которых были веснушки, умывались, чтобы их обесцветить. Опыт исследовательской работы с участием учеников МБОУ «Емецкая СШ» будет продолжен, и авторы надеются, что удастся подтвердить или опровергнуть утверждение об «отбеливающих» свойствах воды, появляющихся сразу после «попыньи». Кроме того, перспективным является и еще одно направление работы — изучение в целом гидрологического режима р. Емцы в связи с ее карстовым происхождением. Это позволит ученикам Емецкой школы на практике применять полученные на уроках географии и химии теоретические знания, лучше узнать свой край и, возможно, в будущем заняться серьезными научными исследованиями.

О.Д. Сумарокова, И.К. Мороз (МБОУ «Емецкая СШ»).  
Фото О.Д. Сумароковой, С.И. Семенова (с. Емецк)