



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему

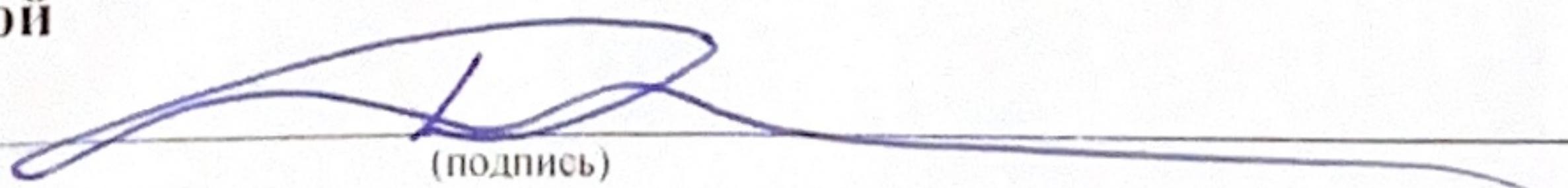
**Исследование
гидрологического режима ручьев**

Исполнитель Крылов Максим Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доцент К.Г.Н.
(ученая степень, ученое звание)

Вампилова Людмила Борисовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой



К.Г.Н. доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«02» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Содержание

Введение.....	3
1. Методы определения расчетных гидрологических характеристик.....	4
2. Определения расчетных гидрологических характеристик при наличии длинного ряда наблюдений.....	6
3. Определения расчетных гидрологических характеристик при наличии короткого ряда наблюдений.....	8
4. Определения расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений..	10
5. Полевые изыскания. Перечень проводимых работ.....	12
6. Физико-географическое положение объекта исследования.....	13
7. Устройство гидрологического поста.....	21
8. Промерные работы.....	24
9. Наблюдение за уклоном водной поверхности.....	26
10. Измерение скоростей течения.....	28
11. Определение стока наносов и донных отложений.....	30
12. Прочие исследования.....	32
13. Заключение.....	37
Список использованных источников.....	39

Введение

В соответствии со Сводом правил малым рекам относят те реки, чья площадь водосбора меньше 2000 км². Изучение стока ручьев, как и малых рек усложняется тем, что на них сильно влияют азональные факторы. В малоизученных и неизученных районах, отсутствует возможность получить какие-либо данные и остается только выезжать в поле для проведения гидрометрических изысканий.

Для написания отчета по результатам изысканий необходимо определить изученность территории, физико-географические характеристики района работ, и непосредственно сами характеристики.

К основным гидрологическим характеристикам рек относят расход, объем стока, модуль стока, слой стока и уровень воды. Так же необходимо знать характеристики русла и поймы исследуемого водотока, такие как шероховатость, тип почвогрунтов, тип рельефа. Гидрометрические изыскания позволяют нам получить эти характеристики.

Бакалаврская работа была написана на основе данных полученных их полевых работ в летнем сезоне 2024 года.

1. Методы определения расчетных гидрологических характеристик

Расчетные гидрологические характеристики – это количественные показатели гидрологического режима водных объектов (рек, озер, водохранилищ), определенные с заданной вероятностью превышения (обеспеченностью) и используемые для проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений (плотин, мостов, водозаборов), оценки рисков наводнений и засух, управления водными ресурсами и решения других инженерных задач. К ним относятся:

- Максимальные расходы и уровни воды (паводки, половодья) – для расчета пропускной способности сооружений, защиты от наводнений.
- Минимальные расходы и уровни воды (меженный сток) – для обеспечения водоснабжения, судоходства, экологических попусков.
- Средние многолетние расходы (модули стока) и объемы стока – для оценки водных ресурсов, планирования водохранилищ.
- Расходы и объемы стока заданной продолжительности (например, за вегетационный период).

Определение этих характеристик – сложная задача, требующая применения различных методов, выбор которых зависит от:

1. Наличия и качества данных наблюдений: Длина рядов, их однородность, полнота.
2. Типа определяемой характеристики: Максимум, минимум, среднее.
3. Требуемой обеспеченности (вероятности превышения): Чем реже событие (меньше вероятность), тем сложнее расчет.

4. Особенностей водосбора: Площадь, рельеф, почвы, растительность, климат, степень антропогенного воздействия.

5. Назначения расчетов и нормативных требований.

Все гидрорасчеты сводятся к определению среднегодового расхода воды \bar{Q} и его погрешности $\varepsilon_{\bar{Q}}$. Далее в зависимости от задачи, рассчитывают расходы определенной (заданной) обеспеченности $Q_p\%$.

Все методы можно разделить на 3 большие группы:

- При наличии данных наблюдений
- При недостаточности данных наблюдений
- При отсутствии данных наблюдений

2. Определения расчетных гидрологических характеристик при наличии длинного ряда наблюдений

В этом методе для расчета среднего многолетнего расхода используется формула среднего

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Q_i}{n}$$

Где Q_i – расход воды за каждый год, n – длина ряда данных.

Ещё необходимо проверить, чтобы погрешность среднего многолетнего расхода не превышала 10%.

Формула для расчета погрешности:

$$\varepsilon_{\bar{Q}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} 100 \%$$

Где C_v – коэффициент вариации, r – районный коэффициент автокорреляции, который рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q})(Q_{i+1} - \bar{Q})}{(n-2)D_Q}$$

Зная средний многолетний расход легко определить расход требуемой обеспеченности.

Также необходимо определить значимость тренда.

Для его оценки требуется построить гидрограф. Построив линию тренда, её функция будет иметь уравнение вида $Q = at + b$.

Далее есть несколько вариантов оценки линейного тренда:

1. Тренд незначим, если $|R| < t_{2\alpha} \sigma_R$

$$\text{Где } \sigma_R = \frac{1-R^2}{\sqrt{n-1}}$$

2. Тренд незначим, если $|a| < t_{2\alpha} \sigma_a$

$$\text{Где } \sigma_a = \frac{\sigma_Q^i}{\sigma_t^i} \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2}}$$

3. Определения расчетных гидрологических характеристик при наличии короткого ряда наблюдений

Принято считать, что данных недостаточно, если погрешность среднего годового или сезонного расхода больше 10% или 20% для максимального или минимального расхода.

При недостаточности данных наблюдений есть 2 варианте действий:
Если данных больше 6 лет или меньше 6 лет

- Если ряд наблюдений 6 лет и более используется метод гидрологической аналогии:

Следует приводить ряд к многолетнему периоду при помощи данных с реки-аналога. Для грамотного выбора реки аналога необходимо учесть следующие факторы:

- Географическую близость расположения водосборов
- Средние высоты водосборов не должны сильно отличаться
- Сходство климатических условий
- Однотипность почвогрунтов и гидрогеологического строения
- Отсутствие факторов существенно влияющих на естественный сток (реки не должны быть зарегулированы)
- Должна прослеживаться синхронность колебаний

Для проверки синхронности колебаний стока строятся совмещенные хронологические графики

Чтобы продлить ряд нужно построить график связи среднегодовых расходов расчетной реки и реки-аналога за совместный период. Уравнение связи, полученное с графика связи является надежным, если:

$$n \geq 6 |R| \geq 0.7 \frac{R}{\sigma_R} \geq 2 \frac{a}{\sigma_a} \geq 2$$

Если уравнение связи надежно, то можно восстановить данные до длины аналога по формуле:

$$\bar{Q}_N = a \bar{Q}_{N,a} + b$$

Относительная ошибка приведенного ряда рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{\bar{Q}_N} = \frac{100 \sigma_n}{\bar{Q}_N \sqrt{n}} \sqrt{1 + R^2 \left(\frac{n \sigma_{N,a}^2}{N \sigma_{n,a}^2} - 1 \right)} \%$$

Где n – длина короткого ряда, N – длина длинного ряда, σ_n – СКО за короткий и длинный период, \bar{Q}_N – средний годовой расход за восстановленный период.

- Если ряд наблюдений менее 6 лет используется метод отношений:

$$\bar{Q}_N = Q_i \frac{\bar{Q}_{N,a}}{Q_{i,a}}$$

Где Q_i – наблюденные значения расхода на расчетной реке, $Q_{i,a}$ – наблюденные значения расхода на реке-аналоге,

Метод отношений можно использовать при условии, что $R \geq R_{kp}$. R определяется по пространственной корреляционной функции.

4. Определения расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений

Используют методы

- гидрологическая аналогия;
- осреднение в однородном районе;
- построение карт изолиний;
- построение региональных зависимостей стоковых характеристик от основных стокоформирующих факторов;
- водно-балансовый.

Следует отметить, что при анализе стока малых рек по карте изолиний следует вносить ряд поправок на местные азональные факторы. Эти поправки учитывают:

- неполное дренирование рек подземными водами
- выход подземных вод
- глубину врезки русла
- характер почвогрунтов
- различие средних высот водосборов
- промерзание и пересыхание рек
- другие азональные факторы

При использовании водно-балансового метода необходимо следить за тем, чтобы метеостанции были расположены максимально близко к объекту исследования

Для расчета максимальных расходов дождевых паводков на малых водосборах СП 33-101-2003 допускает применение расчетных физико-математических моделей, таких как метод предельной интенсивности и метод гидрографов, но только при условии их региональной параметризации

и обоснования. Однако основой все равно остаются региональные зависимости

5. Полевые изыскания. Перечень проводимых работ

Комплекс работ, проводимых на малых реках, полностью совпадает с работами на средних и больших реках, однако состав работ может значительно отличаться в зависимости от конкретного объекта изучения.

В состав работ входят:

- Устройство гидрологического поста.
- Промерные работы для изучения глубин и рельефа дна .
- Наблюдение за колебанием уровней воды.
- Наблюдение за уклоном водной поверхности.
- Измерение скоростей и направлений течений.
- Определение стока наносов и донных отложений.
- Наблюдение за цветом, прозрачностью, плотностью и химическим составом воды.
- Наблюдение за температурой воды, замерзанием и вскрытием водоёмов, состоянием ледового покрова (в холодный период года).

На основании лично проведенных полевых работ, был составлен ряд рекомендаций для оптимизации изысканий на малых реках.

6. Физико-географическое положение объекта исследования.

6.1 Особенности географического положения

Кемеровская область расположена на юго-востоке Западной Сибири. Объект исследования находится на юге кемеровской области. Площадь области составляет 95.5 тысяч км². Хотя эта область и является самой маленькой в Западной Сибири, но так же она превосходит по площади некоторые европейские страны.

На севере Кемеровская область граничит с Томской областью, на востоке с Красноярским краем и республикой Хакасия, на юге с республикой Горный Алтай (рисунок 1). На западе с Алтайским краем и Новосибирской областью. Крупнейший город Кемеровской области – Новокузнецк.



Рисунок 1. «Состав Западной Сибири»

6.2 Гидрологическая характеристика

Самой крупной рекой Кемеровской области является Томь и протекает через всю Кемеровскую область, что видно на рисунке 2. Река Томь берёт начало на западном склоне Абаканского хребта и впадает в реку Обь справа на 2672 км от устья. Длина р. Томь - 827 км, площадь водосбора - 62000 кв.км. Бассейн реки вытянут в северо-западном направлении на 485 км, он занимает западные склоны Кузнецкого Алатау, Горную Шорию и межгорную Кузнецкую котловину [10].

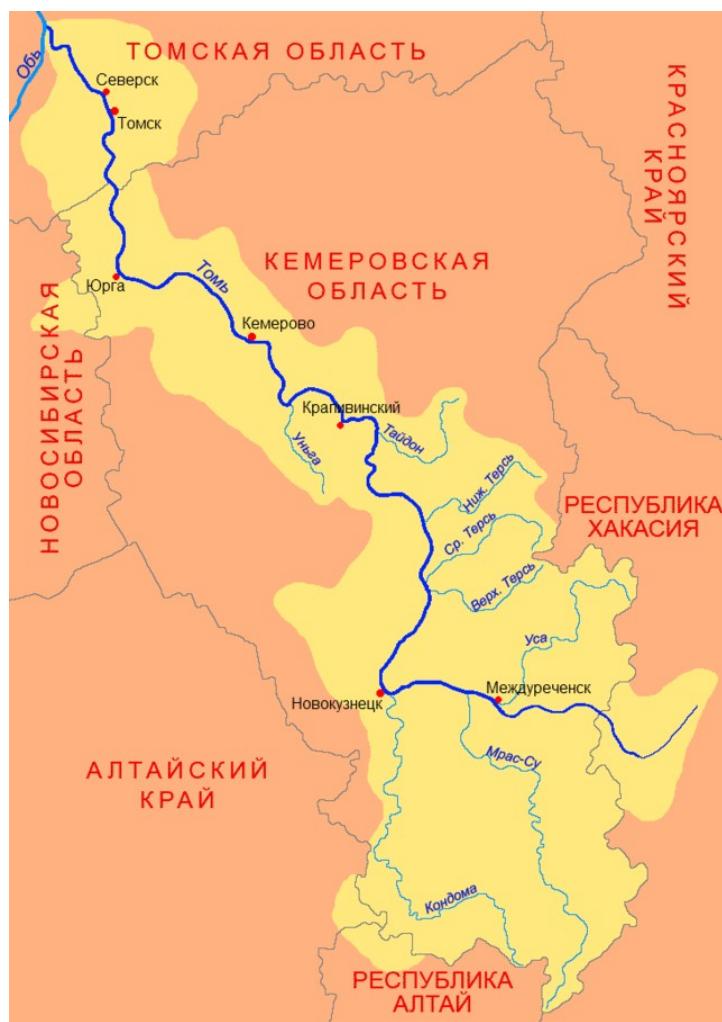


Рисунок 2. «Река Томь на карте субъектов Российской Федерации»

На территории области находится большое количество малоизученных ручьев и малых рек. По некоторым данным около 70% водотоков этой области являются неизученными или малоизученными.

6.3 Геоморфологические и геологические условия

Другое название Кемеровской области – Кузбасс, это обусловлено тем, что большая часть этой области находится в Кузнецкой котловине. Недра Кузбасса богаты каменным углём железными, медными, никелевыми, марганцевыми и полиметаллическими рудами. Так же в регионе ведутся разработки доломита, кварцита, фосфорита и алюминиевого сырья. Так же на территории этого региона присутствует уникальный природный ресурс – цеолит. С точки зрения запасов каменного угля и его добычи Кузбасс занимает лидирующее место среди всех бассейнов России.

Практически по всей территории области ведутся разработки старых шахт, а так же открываются новые, что хорошо видно на карте (рисунок 3)



Рисунок 3. «Природные ресурсы Кузбасса»

Так же на территории Кузбасса нередко встречаются залегания карстовых отложений, которые при осаждении приводят к образованию так называемых карстовых воронок (рисунок 4)



Рисунок 4. «Карстовая воронка рядом с Таштаголом»

6.4 Ландшафтное разнообразие

Кузнецкая котловина имеет разнообразный ландшафт, что хорошо видно на физической карте Кемеровской области (рисунок 5). На юге области расположилась Горная Шория с высокими пиками и большими массивами. Высоты гор в Шории местами достигают 1570м.

Двигаясь с юга в сторону северо-востока мы попадаем на Территорию Кузнецкой Алтау изрезанную оврагами. По этим оврагам в период весеннего половодья с гор стекают талые воды и питают реку Томь.

От запада до северо-востока в области преобладает равнинный рельеф, так как она находится на территории Западно-Сибирской низменности. "В отдаленном геологическом прошлом, когда Западносибирская низменность была покрыта морем, территория Кузнецкой котловины представляла его залив" [9]. В ряде мест, на границе Горного Алтая горный рельеф сменяется равнинным очень быстро.

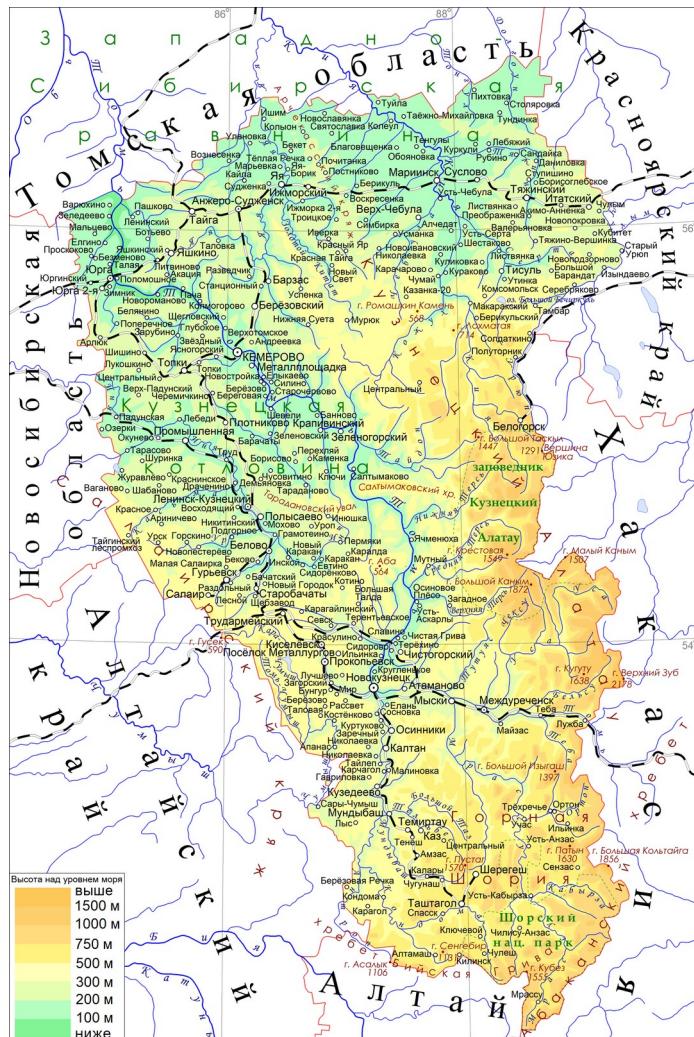


Рисунок 5. «Физическая карта Кемеровской области»

6.5 Почвенный покров

В Кемеровской области широко распространены черноземные почвы, их толщина может достигать 30-40 сантиметров.

В северной лесостепи преобладают выщелоченные и оподзоленные черноземы, это связано с избыточным увлажнением и обилием древесно-кустарниковой растительности [13]. В таких почвах присутствует соединения фосфора которые плохо растворяются, это несколько снижает плодородие.

Подзолистые почвы располагаются в области равнинной тайги и склонах гор, что соответствует северу и северо-востоку региона, а именно на территории Кузнецкого Алтая и Горной Шории. В таких почвах присутствует высокое количество суглинков, часто с примесями щебня, из-за этого сильно страдает плодородие. Для повышения аграрных свойств почв требуется большое количество органических удобрений.

В высокогорных районах Кузнецкого Алтая и Горной Шории присутствует высотнаяazonальность почв. У подножья может встречаться пласт чернозема, затем с увеличением высоты к ним на замену приходят подзолистые почвы, затем горно-луговые почвы альпийского типа, а на вершинах тундровые почвы.

По речным долинам расположились аллювиально-луговые почвы. Такие почвы считаются достаточно плодородными с высоким содержанием полезных для растений веществ.

Высокая увлажненность почв и большие площади чернозема делают Кемеровскую область очень привлекательной для сельского хозяйства. На таких почвах можно выращивать многие виды сельскохозяйственных культур.

6.6 Климатические условия

Кемеровская область имеет резко континентальный климат. Зима очень холодная и продолжительная, лето очень теплое и короткое. Переход от положительных температур до отрицательных может происходить за неделю. На климат Кузбасса оказывают сильное влияние западные ветры.

формирующиеся над северной частью Атлантического океана, так же и холодные северные ветра с Северного Ледовитого океана уменьшают среднегодовую температуру. Юго-западные ветра приносят оттепели зимой и жаркую погоду летом, однако юго-восточные ветра, формирующиеся над континентальной частью материка могут принести сухой и холодный воздух даже летом. "Наиболее высокие температуры воздуха в области достигают летом +35-38°C, а самые низкие зимой доходят на юге до -54°C, на севере до - 57°C. Годовая амплитуда колебаний температур превышает 90°C" [14]

Для иллюстрации примера климата Кемеровской области был взяты данные города Кемерово. Максимальная наблюденная температура составила 23,4°C, минимальная составила -30,4°C, амплитуда температур составляет 53,8°C.

Таблица 1. Среднемноголетнее значение температур в городе Кемерово

	Месяц												Среднегодово е значение
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	IX	X	XI	XII
T°	-17.	-16.	-7.	2.	10.	16.	18.	15.	9.	2.	-8.	-15.	
C	8	0	9	0	5	6	9	9	6	0	1	0	0.9

Так же была представлена роза ветров по городу Кемерово (рисунок 6). По данному рисунку можно судить о том, что ветер дует преимущественно с юга, следовательно, имеет континентальное происхождение. Такой воздух, как правило, является холодным и сухим.

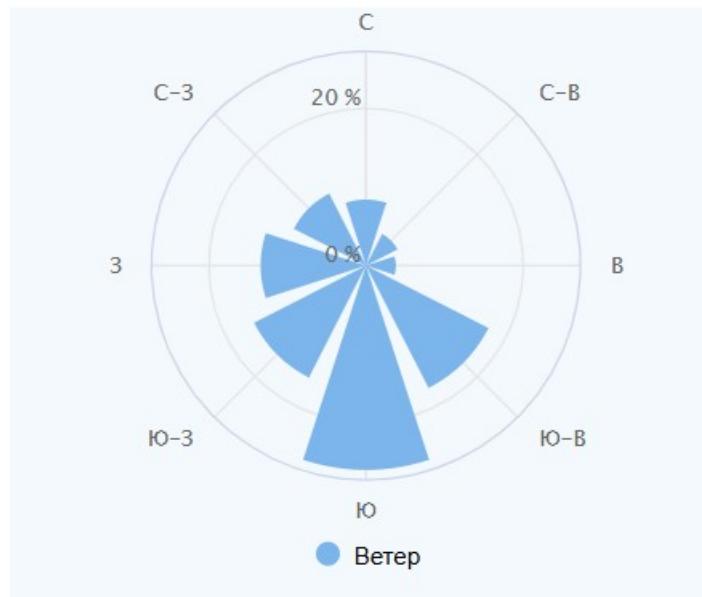


Рисунок 6. «Роза ветров города Кемерово»

7. Устройство гидрологического поста

Гидрологический (водомерный) пост – место на водном объекте, оборудованное инструментами для гидрологических измерений и наблюдений. Гидропост должен находиться на участке реки характерном для всего водотока или его исследуемой части. Отсюда вытекает необходимость предварительного обследования территории – рекогносцировки местности.

На фотографии (рисунок 7) видно полностью оснащенный водомерный пост со складским зданием для хранения приборов, рейкой, оборудованной лестницей для удобства измерений уровней воды и доступа к воде, а также мостиком через водный объект. На таком посту можно проводить весь комплекс работ.



Рисунок 7. «Гидрологический пост с мостиком»

Для выбора оптимального расположения гидропоста следует учитывать следующие факторы:

- 1) Участок должен быть прямолинейным
- 2) Отсутствие мертвого пространства

- 3) Желательно отсутствие поймы. При невозможности выбрать участок без поймы, следует выбрать такой, чтобы она была узкой, прямолинейной и свободной от растительности
- 4) Подход к посту должен быть прост и безопасен в любой период
- 5) Река должна протекать одним руслом (отсутствие протоки)
- 6) Отсутствие подпоров, искусственных сооружений, водозаборов и водосбросов

Зачастую, из-за специфики проведения изысканий на малых реках – за один день можно полностью исследовать целый объект в границах исследуемой области и к старому посту возвращаться нет смысла, есть необходимость упростить процесс закладывания гидрологического поста. Предлагается устанавливать временные водомерные посты, забивая в дно водотока рейки или металлические уголки небольшой ширины. Данный метод требует меньше трудозатрат как в плане транспортировка материала для поста, так и в плане монтажа самого поста.

На фотографии ниже (рисунок 8) изображено русло малой реки оборудованное временным водомерным постом, металлический уголок вбит в землю примерно на пол метра и расположен у берега, так чтобы не мешать течению. Пост помечен красной сигнальной лентой, чтобы привлекать внимание исследователей и случайных прохожих людей. Так же на уголке следует написать название организации и дату основания, чтобы местные жители не приняли пост за случайный мусор в реке.



Рисунок 8. «Гидрологический пост на ручье из металлического уголка»

Если планируется режимные исследования одного и того же водотока предлагается закладка временного репера. В качестве последнего можно использовать характерный выступ большого и неподвижного камня, рядом с гидропостом, либо монтаж гвоздя в дерево на пойме. Данный метод позволяет сильно сэкономить время и силы, которые нужно тратить на закладку постоянного репера средства и время. Так же необходимо позаботиться о том, чтобы заложенный пост был антивандальным.

На водомерном посту ведутся наблюдения за уровнем и температурой воды, в зимний период за толщиной льда, снега и шуги. Наблюдения проводят 2 раза в день в 8:00 и 20:00, в период половодья и дождевых паводков проводят дополнительные измерения через равные промежутки времени.

8. Промерные работы.

Цель промерных работ – определить глубины и характер рельефа дна реки. В результате промерных работ можно получить план русла реки в изобатах, а так же площадь живого сечения. В качестве задачей промерных работ на малых реках можно выделить:

- Исследование водотока в гидрологических целях
- Измерение глубин и профилей дна в связи с составлением проектов гидротехнических сооружений.
- Измерение глубин, с целью изучения побочней, перекатов, гряд и прочих форм донного рельефа.



Рисунок 9. «Промерные работы на ручье»

В целях экономии времени стоит совмещать промерные работы с исследованием пойменных участков реки. Сделав промер в створе гидропоста можно выйти на пойму и не отрываясь провести нивелировку морфоствора для дальнейшего построения зависимости расходов от уровней

и построения обеспеченных уровней. Делая промеры вниз или вверх по течению, есть возможность осматривать берега на наличие отметок уровней высоких вод.

Особенностью малых рек и ручьев является то, что их русло зачастую залегает в сильно занесённых участках, где может плохо работать GPS-оборудование, поэтому для промеров следует использовать нивелирную рейку. На фотографии (рисунок 10) видно, что изыскания могут проводиться на труднопроходимой территории, в плохую погоду, что пагубно влияет на силу сигнала приемника и сокращает радиус её действия.



Рисунок 10. «Промеры в плохую погоду в залесённой местности»

9. Наблюдение за уклоном водной поверхности

Уклон на участке реки определяется при помощи уклонных водомерных постов, однако закладывать такие посты на малых реках нет смысла из-за того, что уклоны и падения обычно очень велики, следовательно количество постов для каждого водотока будет слишком большим.

Измерение уклона рекомендуется делать вместе с промерами, определяя мгновенный уклон водной поверхности посредством нивелировки. Так же как и при промерных работах следует использовать нивелир, так как это самое простое и легкое оборудование, которое работает почти в любую погоду и в любой местности.

Рассчитать мгновенный уклон можно по отметке урезов воды в створе, для этого нужно проводить измерения урезов по всей длине водотока как это показано на фотографии (рисунок 11).



Рисунок 11. «Определение отметок водной поверхности для измерения мгновенного уклона»

Так же следует обратить внимание на то, что в горной и полугорной местности по течению водотока могут встречаться естественные и искусственные подпоры, которые могут искусственно занижать уклон, в таком случае нужно разделить ручей на однородные участки и сообщить о подпоре проектировщику. То же самое можно сказать и о водопадах, нередко встречающихся на подобных объектах.

10. Измерение скоростей течения

Для проведения измерения расходов выполняются следующие работы:

- Определение уровня воды на водомерном посту для начал и конца работы.
- Назначение промерных вертикалей и определение глубины на них. Зимой дополнительно определяют толщину снега, льда, погруженного льда и шуги.
- Вычисляется рабочая глубина и делается расчет глубин погружения вертушки.
- При необходимости производится подготовка русла для использования вертушки (микровертушки).
- Измеряются скорости течения.

Измерение расходов воды на малых реках не сильно отличается от измерения на средних и больших реках, однако из-за сильно меньших глубин возникает необходимость использования микровертушек. Одна из таких микровертушек представлена на фотографии ниже (рисунок 12).



Рисунок 12. «Микровертушка ГМЦМ-1 с преобразователем»

При отсутствии возможности использования микровертушки следует использовать метод измерения расходов воды поверхностными поплавками. Измерение направлений течений на малых реках определять нецелесообразно из-за маленькой ширины реки.

Измерение скорости из-за малых глубин удобно проводить стоя непосредственно в водотке. Необходимо следить, чтобы исследователь находился ниже по течению, чем вертушка, иначе постороннее препятствие в русле сильно повлияет на распределение скоростей по ширине реки. Пример правильного положения исследователя показан на рисунке 13.



Рисунок 13. «Определение скоростей течения вертушкой ИСП-1М»

11. Определение стока наносов и донных отложений.

Для изучения стока донных наносов используют донные батометры. Батометр перехватывает часть наносов, зная время на которое был погружен батометр, можно судить о количестве наносов, влекомых водотоком. Пример батометра можно увидеть на фотографии ниже (рисунок 14).



Рисунок 14. «Батометр Молчанова»

Для изучения малых рек батометр не нужен, так как кейс с батометром занимает очень много места и веса в полезной нагрузке полевой группы. Для отбора проб воды достаточно обычной пластиковой бутылки.

То же самое касается и донных отложений, если для средних и больших рек с серьёзными глубинами используются дночерпатели, в ручьях. Как правило, глубины позволяют достать пробу любым подручным способом без использования громоздких инструментов. Пример дна можно увидеть на картинке ниже (рисунок 15)



Рисунок 15. «Песчано-глинистое дно с галькой»

12. Прочие исследования.

12.1 Рекогносцировка

Не менее важной частью полевых работ является рекогносцировка. Помимо обследования водотока для поиска места для основания гидропоста, в случае с малыми реками, следует обратить внимание на линии водораздела. Точно определить границы водосборов практически невозможно, однако при изучении ручьев возникают дополнительные трудности, так как в одном логе может залегать больше одного русла (рисунок 16). При этом каждое русло будет обособлено и развивается независимо. Зачастую, в таком случае, водотоки прорезают русло у коренных берегов. При таком развитии ручья один его берег пологий, другой почти отвесный.



Рисунок 16. «Место слияния нескольких ручьев»

Также следует обратить внимание, что при расчете площади затопления в период половодья необходимо обратить внимание на подпоры в русле реки такие как: карчеход или плотины бобров. При наличии подобных

явлений обязательно следует учесть их влияние на площадь затопления территории. Иногда карчеход цепляется за упавшее дерево и образуется большая преграда на пути течения (рисунок 17). В таких случаях русло может сменить своё направление, прорезав рядом с преградой новое временное русло, которое будет работать только в период половодья или при дождевых паводках.



Рисунок 17. «Карчеход на малой реке»

11.2 Определение глубины залегания грунтовых вод

Если малую реку собираются использовать для водопотребления, то в меженный период сток будет напрямую от питания грунтовых вод. Косвенно оценить сток можно по глубине врезки русла, при помощи продольных профилей. Оценить глубину залегания грунтовых вод можно по родникам, стекающим поверхностным стоком из коренных берегов (при их наличии). На фотографии ниже видно, что русло реки залегает сильно ниже уровня поверхности земли (рисунок 18), следовательно оно находится ближе к грунтовым водам.



Рисунок 18. «Врезка реки в грунт»

Обращаясь к полевым данным, можно построить продольные профили рек (рисунок 19) и проанализировать их.

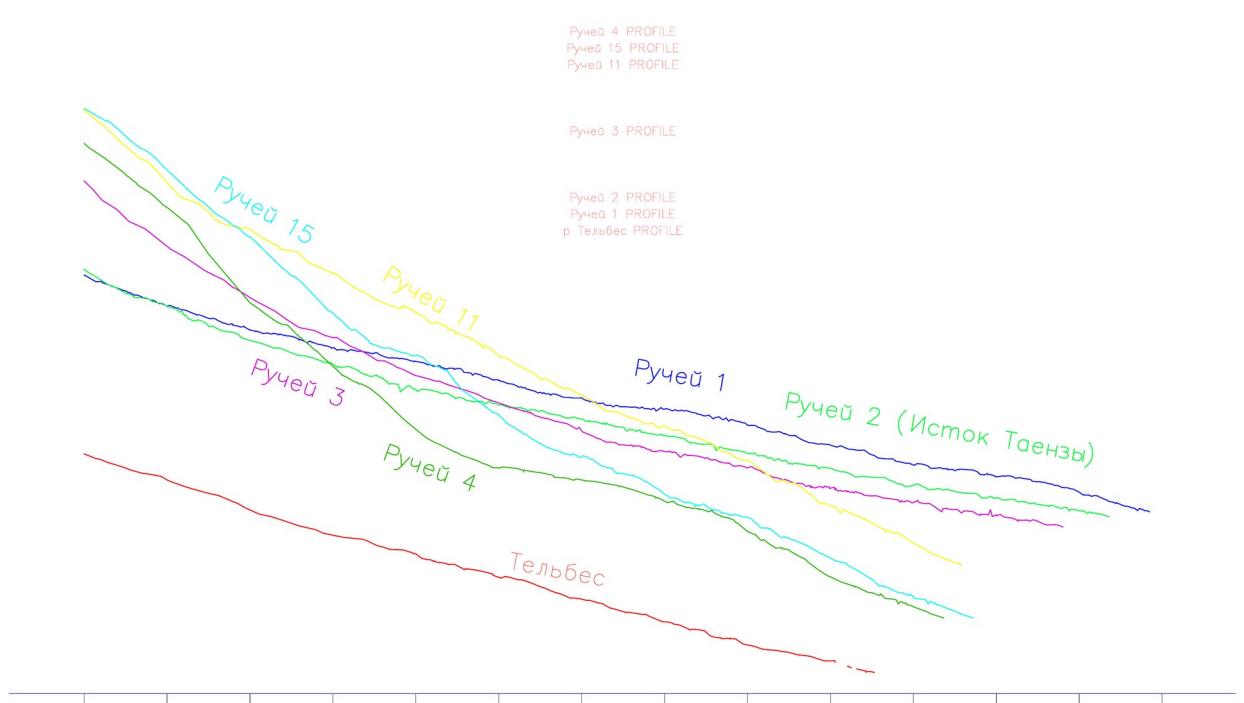


Рисунок 19. «Продольные профили ручьев»

Глядя на профили видно, что ручьи можно разделить по глубине залегания, получается 2 группы. Тельбес мы не учитываем при формировании группы, так как он географически залегает сильно ниже других водотоков. Разделим продольные профили ручьев на 2 группы по 3 водотока в каждой. (рисунок 20,21)

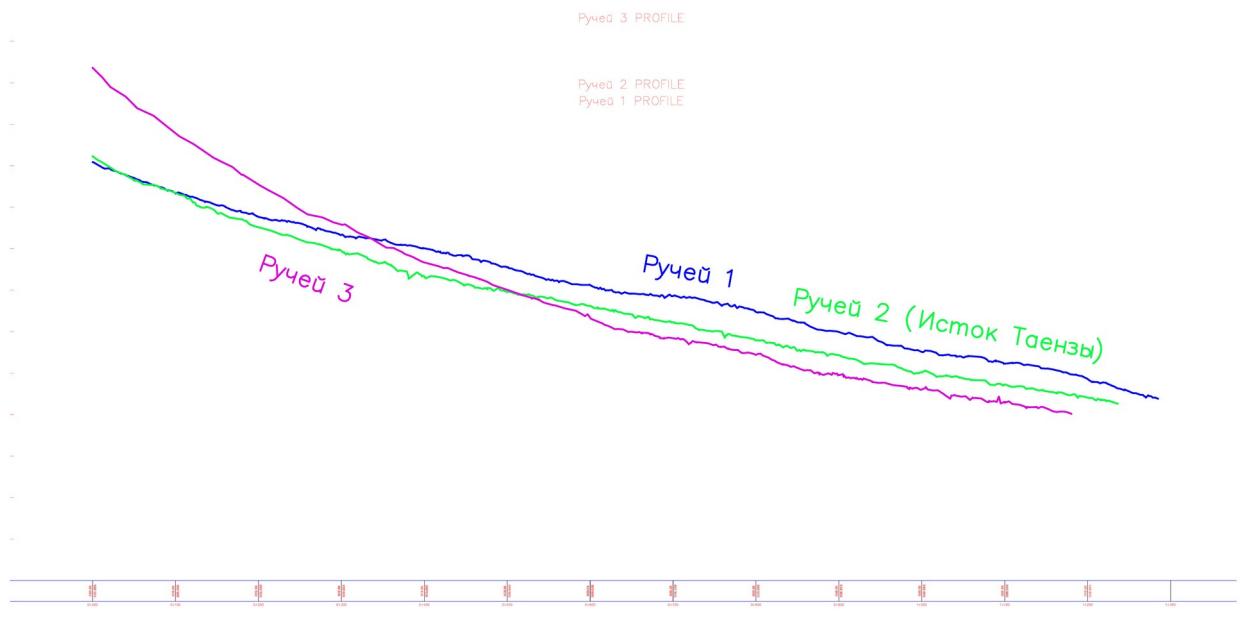


Рисунок 20. «Первая группа ручьев»

Ручьи 1, 2 и 3 залегают примерно на одной высоте и их можно отнести к однородным с точки зрения питания грунтовыми водами.

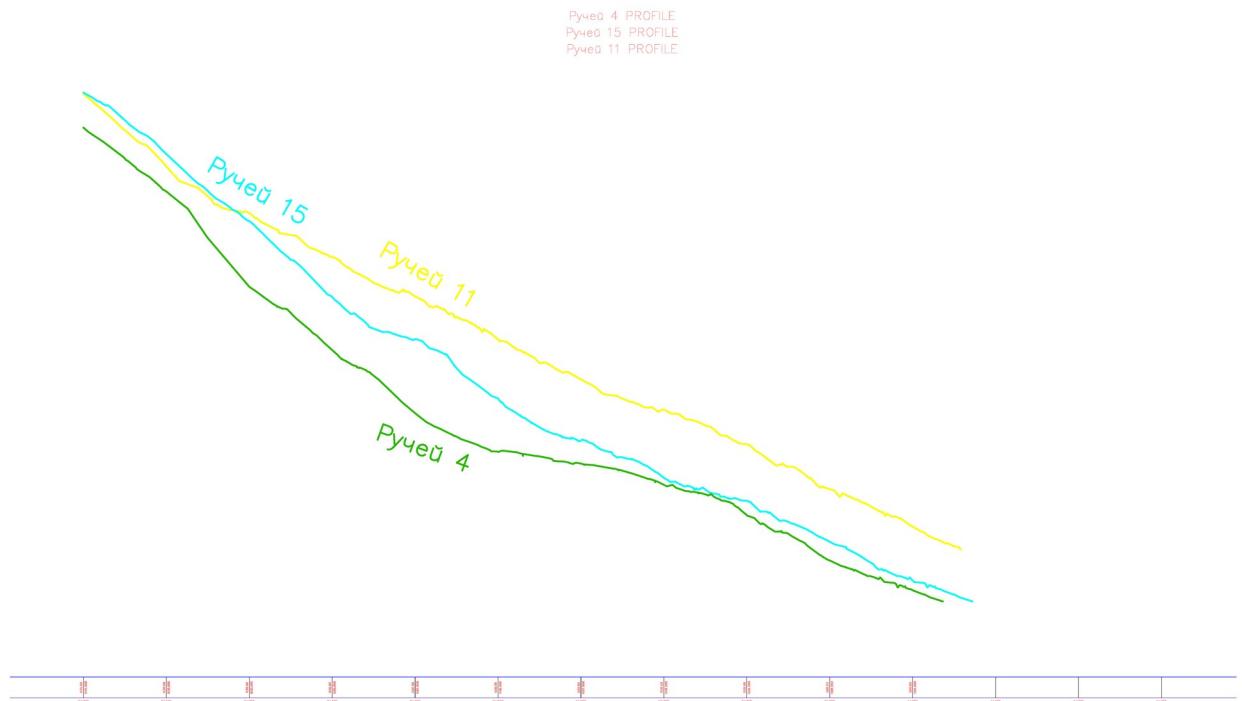


Рисунок 21. «Вторая группа ручьев»

По данному рисунку можно увидеть, что Ручей 4 залегает сильно ниже ручья 15 и 11, при том, что их истоки имеют примерно одинаковую отметку, следовательно можно сделать вывод о том, что в этом месте река сильно врезается своим руслом в почвогрунты и может получать большее подземное питание, чем соседние ручьи. При изысканиях следует обратить внимание на этот ручей и поискать берегах и пойме места разгрузки грунтовых вод.

13. Заключение.

Изучение стока ручьев и малых рек остается важной темой в гидрологии, так как они составляют собой большинство неизученных гидрологических объектов. Существует огромное множество индивидуальных особенностей в работах малых гидрологических объектах, с которыми сталкиваются исследователи.

Малые реки зачастую находятся в труднодоступных местах, на сильно занесённых или заболоченных местностях, в горных и полугорных местностях, иногда имеют большой уклон и прочие характеристики, затрудняющие изыскания.

Существует множество методик для определения расчетных характеристик, однако рекомендаций для изысканий почти нет. В связи с этим были предложены следующие методики для ускорения и облегчения полевых работ:

- 1) Предлагается устанавливать временные водомерные посты, забивая в дно водотока рейки или металлические уголки небольшой ширины.
- 2) В целях экономии времени стоит совмещать промерные работы с исследованием пойменных участков реки.
- 3) Делая промеры вниз или вверх по течению, есть возможность осматривать берега на наличие отметок уровней высоких вод.
- 4) Для промеров следует использовать нивелирную рейку.
- 5) Измерение уклона рекомендуется делать вместе с промерами, определяя мгновенный уклон водной поверхности посредством нивелировки.
- 6) При наличии факторов значительно влияющих на мгновенный уклон необходимо разделить ручей на однородные участки и сообщить о подпоре проектировщику.

7) Следует использовать нивелир, так как это самое простое и легкое оборудование, которое работает почти в любую погоду и в любой местности

8) При отсутствии возможности использования микровертушки следует использовать метод измерения расходов воды поверхностными поплавками.

9) Измерение направлений течений на малых реках определять нецелесообразно из-за маленькой ширины реки.

10) Для изучения малых рек батометр не нужен, так как кейс с батометром занимает очень много места и веса в полезной нагрузке полевой группы. Для отбора проб воды достаточно обычной пластиковой бутылки.

11) Как правило, глубины позволяют достать пробу любым подручным способом без использования громоздких инструментов

12) Помимо обследования водотока для поиска места для основания гидропоста, в случае с малыми реками, следует обратить внимание на линии водораздела

13) Также следует обратить внимание, что при расчете площади затопления в период половодья необходимо обратить внимание на подпоры в русле реки такие как: карчеход или плотины бобров

Список использованных источников

1. ГОСТ 19179-73. 1988.
2. Свод правил СП 529.1325800.2023. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК. 2023.
3. Свод правил СП 47.13330.2016 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения". 2016.
4. Свод правил СП 33-101-2003. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК. 2003.
5. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия, 1977.
6. Карасев.И.Ф., Шумков И.Г. Гидрометрия, 1985.
7. Субботин А.С. Гидрометрические сооружения, 1989.
8. Карта Западной Сибири с областями [Электронный ресурс] // Nikulya.ru: география и картография. – URL: <https://nikulya.ru/karta/zapadnoy/sibiri/s/oblastyami/> (дата обращения: 07.06.2025).
9. Географическое положение Кемеровской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства Кемеровской области - Кузбасса. – URL: <https://ako.ru/oblast/obshchaya-informatsiya/geography.php> (дата обращения: 07.06.2025).
10. Паспорт города Новокузнецка [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации города Новокузнецка. – URL: <https://www.admnkz.info/about-city/city-passport.php> (дата обращения: 07.06.2025).
11. Природные ресурсы Кузбасса [Электронный ресурс] // Nikulya.ru география и природопользование. – URL: <https://nikulya.ru/prirodnye/resursiy/kuzbassa/> (дата обращения: 07.06.2025).
12. Кемеровская область [Изоматериал] : [карта] // Wikimedia Commons : электронное медиа-хранилище. – URL:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Кемеровская_область.png (дата обращения: 07.06.2025).

13. Почвы и климат Кемеровской области [Электронный ресурс] // Социальная сеть работников образования nsportal.ru. – 2013. – 2 мая. – URL: <https://nsportal.ru/blog/obshcheobrazovatelnaya-tematika/all/2013/05/02/pochvy-i-klimat-kemerovskoy-oblasti> (дата обращения: 07.06.2025).

14. Климатические особенности Кемеровской области [Электронный ресурс] // Научно-исследовательский центр "НБКРС". - URL: <https://www.nbcrs.org/regions/kemerovskaya-oblaster/klimat> (дата обращения: 07.06.2025). Яндекс. Фотографии. Электронный ресурс. URL: <https://pp-66.ru/katalog/gidrometeopribory/registratory-parametrov/gmcm-1m/> (дата обращения: 21.05.2025)

15. Метеорологические данные по г. Кемерово [Электронный ресурс] // Погода и климат : архив погоды. - URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/29645.htm> (дата обращения: 07.06.2025).

16. Архив погоды в Кемерово [Электронный ресурс] // World-Weather.ru : метеорологический портал. - URL: <https://world-weather.ru/archive/russia/kemerovo/> (дата обращения: 07.06.2025).

17. Яндекс. Фотографии. Электронный ресурс. URL: https://meteo.crimea.ru/?page_id=591 (дата обращения: 21.05.2025)

18. Проблемы расчёта гидрологических характеристик малых рек. Электронный ресурс. URL: <https://shaneco.ru/press-centr/articles/problemy-rascheta-gidrologicheskikh-kharakteristik-malykh-rek-/> (дата обращения: 04.05.2025)

19. Яндекс. Фотографии. Электронный ресурс. URL: https://yandex.com/maps/org/karstovaya_voronka/58276671262/gallery/?ll=88.073838%2C52.962447&photos%5Bbusiness%5D=58276671262&photos%5Bid%5D=urn%3Ayandex%3Asprav%3Aphoto%3A12838938_2a000001920df2d867200d4f6b508d499825&z=10.22

20. Батометр Молчанова ГР-18 : [Электронный ресурс] // Satom.ru. – URL: <https://satom.ru/p/154895454-batometr-molchanova-gr-18/> (дата обращения: 07.06.2025).