Министерство образования и науки Российской Федерации

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Лицей № 14»

**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСА РОДНИКОВЫХ РУЧЬЕВ**

**Работу выполнил:**

Ученик 8 класса

МБОУ «Лицей № 14»

г. Ижевска

Борисов Данил

**Научный руководитель:**

Учитель биологии высшей категории

МБОУ «Лицей № 14»

г. Ижевска

Бисерова Татьяна Витальевна

Ижевск, 2019

**СОДЕРЖАНИЕ:**

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ГЛАВА 1. АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РОДНИКОВ И РУЧЬЕВ | 5 |
| 1.1. Родники и ручьи | 5 |
| 1.2*.* Физико-химические свойства воды и грунта | 8 |
| ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ РОДНИКОВ И РУЧЬЕВ ГОРОДА ИЖЕВСКА | 11 |
| ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ | 13 |
| ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ | 17 |
| 4.1. Абиотические показатели родниковых ручьев | 17 |
| 4.2. Эколого-фаунистическая характеристика макрозообентоса родниковых ручьев | 21 |
| ВЫВОДЫ | 30 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 32 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 34 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Родники (точечные места выхода подземных вод на поверхность земли), вероятно, наименее изученный, хотя и весьма распространенный класс текучих водоемов. Особенности родниковых местообитаний обусловлены их специфической геологией: обычно родники имеют незначительный водорасход, но питаются за счет крупных и стабильных подземных резервуаров. Чаще всего родники расположены на склонах глубоких долин рек, прорезающих водоносные пласты породы. Обычно у них, в силу отсутствия паводков, слабо развита собственная долина и наблюдается аномально большой уклон русла.

В области сохранения биоразнообразия родники представляют несомненный интерес как убежища редких, реликтовых и эндемичных видов. В первую очередь специфика родников касается сочетания размеров и стабильности условий, гидрохимии, температуры, связи с подземными водами и геометрической рассеянности по поверхности Земли.

Подавляющее большинство малых водотоков крайне нестабильно во времени. В течение сезона в них многократно и сильно изменяются водный режим, проточность, температура, состояние водного субстрата, вплоть до полного пересыхания. Приспособления к таким изменениям – наиболее яркая черта соответствующих сообществ. Родники резко выделяются из этого ряда, приближаясь по стабильности условий к профундали крупных озер. Однако многие существенные факторы отличают их и от крупных водоемов: тесная трофическая связь с наземным ландшафтом, прямой контакт с атмосферным воздухом, высокая мозаичность субстратов, открытость для наземных (но не водных) хищников.

Родники, формально относимые к поверхностным водотокам, фактически являются переходной зоной между подземными и наземными водами и соответствующими сообществами. Связь с подземными водами создает предпосылки для выхода на поверхность подземной фауны. Некоторые родники (в основном выходящие из глубоких карстовых полостей) существуют столь стабильно, что переживают многократную смену окружающего ландшафта и даже климата, становясь убежищем реликтовых видов животных (Чертопруд, 2006).

Число исследований родниковых сообществ крайне мало, что обосновывает актуальность нашего исследования.

**Цель работы:** изучить эколого-фаунистические особенности макрозообентоса изучаемых родниковых ручьев.

**Задачи:**

1. изучить дебит родников, температуру воды, электропроводность, кислотность, содержание в воде кислорода, тип донных отложений в родниковых ручьях;
2. определить видовой состав и доминирующие виды макрозообентоса;
3. описать трофическую структуру сообществ макрозообентоса родниковых ручьев;
4. описать соотношение бентосных организмов по отношению к скорости течения.

# ГЛАВА 1. АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РОДНИКОВ И РУЧЬЕВ

## Родники и ручьи

Родники – источники подземных вод, естественные выходы подземных вод на земную поверхность. Могут быть холодными и горячими (термы) и иметь различный химический и газовый состав (Большая энциклопедия…, 2000). Различают несколько типов выходов родников:

* 1. Контактовые выходы грунтовых вод (источники) образуются в тех случаях, когда эрозионные врезы вскрывают место контакта уровня грунтовых вод с подстилающими слабопроницаемыми породами.
  2. Депрессионные выходы грунтовых вод могут быть приурочены к понижениям земной поверхности, вскрывающим кривую депрессии грунтовых вод.
  3. Экранированный тип разгрузки грунтовых вод формируется в местах, где потом грунтовых вод достигает границы распространения слабопроницаемых пород («экрана») (Михайлов и др., 2007).

Родники имеют постоянную температуру, когда они еще не вышли из-под земли. При выходе же на дневную поверхность холодная родниковая вода согревается. Температура воды в родниках стабильна и примерно равна среднегодовой температуре воздуха данной местности.

Ключи и родники – это водоемы, связанные с выходом на поверхность грунтовых вод из-под земли. Обычно эти выходы небольшие и переходят в ручьи, либо сразу впадают в реки. Чаще всего встречаются на склонах гор и в долинах рек. Мелкие роднички – истоки многих наших ручьев. В отличие от самих ручьев, условия жизни в родниках весьма постоянны – то есть вода не пересыхает, довольно холодная (но не замерзает), жесткая (поскольку из земли) и бедна органикой. Часто вода родников богата чем-нибудь специфичным – вроде солей железа, иногда подогрета вулканической деятельностью.

Согласно типологической классификации водотоков ключи и родники относятся к особой зоне – кренали. Выделяется несколько разновидностей кренали – лимнокрен (родник с выраженной чашей), реокрен – (родниковый ручей) и геокрен (место диффузной разгрузки подземных вод, не сопровождающееся образованием родниковой чаши или постоянного русла). Креналь подразделяется на два участка - эукреналь, или собственно источник, и гипокреналь – ручей, связывающий источник с приемным водоемом (Паньков, 2008).

Подземные воды (в том числе родниковые и артезианские) очень сильно отличаются по своему качественному составу, который определяется поступающими в воду загрязнителями (как правило, химическими). При этом в большей степени загрязнению подвержены грунтовые воды, так как они не имеют мощной защитной «крыши», поскольку залегают в первом от поверхности водоносном слое.

1. Родник рассматривается как:

- естественный сосредоточенный выход подземных вод на поверхность

земли;

- элемент природных или природно-техногенных ландшафтов.

2. Типы источников: восходящий (питание напорными водами), нисходящий (питание безнапорными (грунтовыми) водами).

3. Область питания родника - часть территории, в пределах которой формируется поверхностный и подземный сток.

4. Каптаж родника - сооружение для приема, сбора и распределения родниковых вод.

5. Расход (дебит) родника - производительность родника (объем воды в единицу времени: л/с; куб.м/с; куб.м/сут).

6. Санитарно-техническое состояние родника характеризуется степенью загрязненности участка выхода подземных вод.

7. Режимы функционирования родника: постоянный, периодический.

8. Родники на территории города имеют следующее значение:

- природоохранное как показатель родникового стока и показатель (индикатор) экологического состояния городской территории на площади

водосбора;

- историческое;

- культурно-познавательное;

- эстетическое;

- рекреационно-оздоровительное.

Родники отличаются от крупных водоемов тесной трофической связью с наземным ландшафтом, прямым контактом с атомосферным воздухом, высокой мозаичностью субстратов.

Ручьи – водотоки малых размеров, не вполне четко отделенные от рек и часто представляющие их истоки. У ручьев, как правило, недоразвитые долины в виде оврагов или балок (обычно нет зоны аккумуляции, а только вымывания, нет нормальных меандров и стариц). Малый размер обуславливает резкие сезонные и погодные колебания уровня воды, силы течения и самой проточности. Уклон русла часто довольно большой (поскольку долина не выработана), но скорость течения все равно мала (при малой глубине очень велико сопротивление дна), и жесткие субстраты могут не обнажаться. Иногда (по осени) русла ручьев целиком заполняет листовой опад, зато макрофиты чаще всего отсутствуют. Освещенность определяется не глубиной, а наличием деревьев по берегам, и вообще очень многое зависит от окружающей местности (питание, принос органики, характер долины). Из всех водоемов ручей в наибольшей степени связан с наземной экосистемой.

Ручьи часто бывают временные или периодически распадающиеся на серии луж. Обычно в них почти нет планктона (и зоо- и фито-), и вообще мало своих продуцентов. Органика в основном внешняя (аллохтонная) – смывается с суши и падает с деревьев. Единственная группа собственных продуцентов – водоросли обрастатели донных субстратов. Донные субстраты бывают любыми, но часто отдельные субстраты лежат такими мелкими пятнами, что не образуют собственных сообществ бентоса. Фауна специфическая и различная для постоянных ручьев с грунтовым питанием и пересыхающих и "распадающихся" ручьев.

По современной эколого-гидрологической классификации текучие воды делят на две большие группы: ритраль и потамаль (Иллиес, 1988). К ритрали относят примыкающую к роднику часть водотока с каменистым или гравийно-галечным грунтом, высокой скоростью течения, насыщенной кислородом водой и амплитудой среднемесячных температур до 20ºС. Самую верхнюю часть её называют креналью, причем у нее бывают такие разновидности как реокрен, геокрен и лимнокрен. К потамали относят примыкающую к ритрали нижнюю часть водотока с песчаным, заиленным или илистым грунтом, сравнительно небольшой скоростью течения, амплитудой среднемесячных температур выше 20ºС и частыми проявлениями дефицита кислорода. Границы между ритралью и потамалью зависят от климата региона (Богатов, 1994).

### 1.2. **Физико-химические свойства воды и грунта**

Вода как физико-химическое тело оказывает непрерывное воздействие на жизнь водного населения. Благодаря подвижности воды в гидросфере возможно существование прикрепленных животных. Поэтому свойства воды - важнейший фактор абиотической среды водного населения. Для бентосных организмов первостепенное значение приобретают физико-химические особенности населяемого ими грунта.

Движение воды имеет для гидробионтов прямое и косвенное значение. В первом случае речь идет о переносе пелагических организмов в горизонтальном направлении, перемещении их по вертикали и вымывание бентосных форм из грунта, часто сопровождающимися их сносом токами воды, как, например, это наблюдается в ручьях и реках. Косвенное влияние движения воды на гидробионтов сказывается через принос пищи и кислорода, унос метаболитов, выравнивание температурных и других гидрологических градиентов, а также через воздействие на формирование грунтов. В областях сильных придонных течений грунты более подвижны, содержат меньше тонких фракций, подвержены взмучиваниям и накопление донных осадков здесь не происходит. Там, где течения слабые или их нет, донные осадки накапливаются, грунты становятся стабильнее, содержат много тонких фракций.

В.И. Жадин (1950) считает термический режим весьма важным фактором в распространении и экологии водных организмов: термический режим определяет географическую дифференциацию видов, влияет на размножение и развитие организмов, обусловливает интенсивность питания и роста и т.д.

Гидрохимически родники отличает богатство минеральными элементами (часто вода бывает насыщена теми или иными солями, и они выпадают в осадок на донные субстраты) при характерном дефиците растворенных органических веществ. Растворенная органика появляется тут же при разложении аллохтонного детрита, и концентрация ее находится в тесной связи с геометрией самого родника (ни в каком другом типе водоемов такой тесной связи не наблюдается) (Чертопруд, 2006).

Растворенные газы – кислород, углекислый газ – распределяются в водной массе водотоков не так, как в стоячих водах. Особенно это относится к растворенному кислороду.

В течение почти всего года растворенного в воде кислорода бывает значительное количество. Летом оно близко к насыщению, а в некоторых реках наблюдается даже пересыщение. Высокое содержание кислорода наблюдается до первых зимних месяцев, и только к марту в некоторых реках может наступить весьма чувствительное обеднение.

Жесткость воды – содержание в ней растворенных солей кальция и магния. Суммарное содержание этих солей называют общей жесткостью. Общая жесткость воды подразделяется на карбонатную, обусловленную концентрацией гидрокарбонатов (и карбонатов при рН 8,3) кальция и магния, и некарбонатную - концентрацию в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот. Поскольку при кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты и выпадают в осадок, карбонатную жесткость называют временной или устранимой. Остающаяся после кипячения жесткость называется постоянной. Результаты определения жесткости воды выражают в мг-экв/дм3. Временная или карбонатная жесткость может доходить до 70-80% общей жесткости воды.

Жесткость воды формируется в результате растворения горных пород, содержащих кальций и магний. Преобладает кальциевая жесткость, обусловленная растворением известняка и мела, однако в районах, где больше доломита, чем известняка, может преобладать и магниевая жесткость.

Из отдельных физико-химических свойств грунтов, наибольшее экологическое значение для донного населения имеют размеры частиц, плотность их прилегания друг к другу и стабильность взаиморасположения, степень смыва течениями и темп аккумуляции за счет оседания взвешенного материала. Физические свойства грунтов прежде всего характеризуются их гранулометрическим составом.

Мелкозернистые грунты называются *мягкими*. К ним относятся глины (*пелиты*), илы (*силиты*, *алевриты*) и песок, имеющие размер зерен соответственно менее 0,01 мм, 0,01-0,1 и 0,1-1,0 мм. *Жесткие* грунты представлены гравием (0,1-1 см), галькой (1-10 см), валунами (10-100 см) и глыбами (более 1 м).

Мелкозернистые грунты в зависимости от содержания в них тонких фракций (частиц мельче 0,01 мм) подразделяются на песок, илистый песок, песчаный ил, ил и глинистый ил (тонких фракций соответственно до 5,10,30,50 и более 50 %). Если в грунте присутствуют несколько разноразмерных фракций, то его называют смешанным.

# ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ РОДНИКОВ И РУЧЬЕВ ГОРОДА ИЖЕВСКА

В гидрогеологическом отношении территория Удмуртии является составной частью Волжско-Камского артезианского бассейна, для разреза которого характерно постепенное увеличение минерализации по мере увеличения глубины залегания водоносных горизонтов (Природа…, 1998).

В Ижевске родников около трехсот, 62 из них находятся на контроле в Центре государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Ижевске (ЦГСЭН). Эти родники обустроены и попадают под статус объектов нецентрализованного водоснабжения. Из этих источников люди берут воду для питья и бытовых нужд. Нет секрета в том, что пить воду из ижевских родников нужно с большой осторожностью. Причем известно, что с каждым годом вода в родниках Ижевска становится все менее пригодной для питья.

Проведенные в 1995-1996 гг. химические анализы воды родников в пределах г. Ижевска показали, что вода в них нейтральная и слабощелочная (pH от 7,1 до 8,0), очень жесткая («Природа Ижевска и его окрестностей»,1998). Для вод родников характерно присутствие в довольно высоких количествах хлор-иона (50-100 мг/дм³) и сульфат-иона (40-90 мг/дм³). Наблюдается очень низкое содержание фтора-0,1-0,2 мг/дм³. Родники загрязнены нитратами (от 10-40 мг/дм³, преобладают 24-36 мг/дм³).

Родники на территории города располагаются неравномерно и образуют несколько групп. Обустроенные и контролируемые санитарно-эпидемиологической службой родники располагаются там, где для этого имеются природные предпосылки (выходы водоносных горизонтов), так и общественная потребность. В населенных местах родники, как правило, не каптированы (не обустроены). В пределах основного массива застройки выделяются четыре группы родников, приуроченных к долинам рек Подборенки, Карлутки, Чемошурки и нижней части правого склона долины Ижа (Туганаев, 2000). Кроме того, ряд родников рассредоточен по окраинным районам, удаленным поселкам и городским лесам.

В работе под редакцией В.В. Туганаева «Родники Ижевска» приведена физико-географическая классификация групп родников:

1.Азинская группа родников (№№ 10, 11, 12, 13, 16, 17, 62) находится в нижней части правого коренного склона долины Ижа и довольно четко совпадает с Кировской железнодородной линией. Водообильность родников в основном небольшая. Качество воды определяется как не очень хорошее, так как родники располагаются около Центральной промышленной зоны. В водосборной зоне большой массив частной застройки, не имеющий канализации.

2. Карлутская группа родников (№№ 29, 30, 31 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45) приурочена к долине реки Карлутки, главным образом к её левому коренному склону. Родники в основном отличаются хорошей водообильностью. Качество воды в пределах массива частной застройки - невысокое из-за нитратного загрязнения; ниже по Карлутке, в районе лесного массива, удовлетворительное.

3. Подборенская группа родников (№№ 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 ,58) приурочена к левому коренному склону долины реки Подборенки. Водообильность различная, но в основном невысокая. Качество воды различное и зависит от санитарного состояния водосборных территорий и каптажных камер.

4. Чемошурская группа родников (№№ 8, 19, 20, 21, 22, 23) находится в оврагах и балках в районе Старого аэропорта, преимущественно на коренных склонах южной экспозиции. Группа родников немногочисленна, но в основном водообильна. Качество воды удовлетворительное.

5. Балочные и долинные родники удаленных поселков и садово-огородных массивов (№№ 1, 7, 9, 15, 25, 26, 28, 35, 36, 60, 61) располагаются в балках, расчленяющих водораздельные пространства, и нижних частях склонов речных долин. В пределах этих пространств ресурсы родникового стока далеки от исчерпания. Водообильность родников различна и зависит от мощности и состава водоносных слоев, выходящих на поверхность в конкретных точках. Техногенная нагрузка на территорию сравнительно невелика и качество воды удовлетворительное.

6. Балочные родники окраинных массивов частной застройки (№№ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 24) располагаются в балках и различны по водообильности. Качество воды в целом удовлетворительное, но в районах частной застройки и садово-огородных массивов распространено нитратное загрязнение.

7. Родники городских лесов (№№ 27, 37, 50) используются в незначительной степени и слабо изучены. Качество воды хорошее.

Существенное влияние на качество подземных вод оказывают промышленные предприятия, подземные коммуникации, садоогородные массивы, сельхозобъекты (Родники Ижевска, 2000).

**ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ**

Исследования проводились в июне 2018 г. на 4-х родниках микрорайона «Малиновая гора» г. Ижевска и д. Малиново Завьяловского района (рис. 1-2). Исследования фауны донных беспозвоночных проводилось по общепринятой методике гидробиологических исследований (Жадин, 1960). Всего было заложено 16 пунктов отбора проб – по 4 в каждом родниковом ручье.

Для отбора проб использовали сито с диаметром ячейки 1 мм, баночки для фиксации и хранения организмов, пинцеты. Все найденные организмы фиксировались 70%-ным раствором этилового спирта.

**4**

Для определения организмов в лабораторных условиях использовались микроскоп, чашки Петри, пинцеты, иглы препаровальные. Определение бентосных организмов производилось по определителю (Определитель пресноводных беспозвоночных …, 1977; Мамаев, 1972; Чертопруд, 2010).

Из гидрологических данных были измерены: температура воды, которая измерялась водным термометром.

Электропроводность и минерализация воды определялась при помощи солемера «TDS-метр».

Диапазон измерений минерализации (солесодержания) 0 - 9990 частиц на миллион (мг/л). Погрешность ± 2%.

Кислотность воды определялась электронным pH тестом (рис. 6). Диапазон измерения - 0.00 ... 14.00 pH. Деление - 0.1 pH. Погрешность - ±0.1 pH. Рабочая температура - 0 ... 50°C. Автоматическая компенсация температуры ATC (от 0 до 50°C).

Содержание растворенного в воде кислорода измеряли Оксиметром.

Трофическая структура макрозообентоса изученных родниковых ручьев приводится с учетом преобладающего типа питания по классификатору Ökologische Typisierung …(1996)

**ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

**4.1. Абиотические показатели родниковых ручьев**

Температура воды в родниках изменялась от 6,5°С (родник № 3) до 8,5°С (родник № 1). Температура воды в роднике № 2 = 7°С, в роднике № 4 – 7°С (таблица 1). Согласно классификации (Кузовлев, 2008), изучаемые родники по температурному режиму воды относятся к холодноводным. Температура воды в источниках зависит от глубины залегания подземных вод, характера подводящих каналов, географического и гипсометрического положения источников и температурного режима, в котором заключены подземные воды. По данным В.И. Жадина (1960) температура воды в родниках стабильна и примерно равна среднегодовой температуре воздуха данной местности.

Грунты родниковых ручьев гетерогенны. Они представлены песчаными донными отложениями (родники №№ 1, 2, 4) и галечными донными отложениями (родник № 3) (табл. 1).

Таблица 1.

Характеристика родников

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Станции отбора проб**  **(номера родников)** | **Дебит**  **(л/с)** | **Тип грунта родникового ручья** | **Температура воды, º С** |
| Родник № 1 | 0,21 | Песчаный | 8,5 |
| Родник № 2 | 0,4 | Песчаный | 7 |
| Родник № 3 | 0,93 | Каменистый | 6,5 |
| Родник № 4 | 0,56 | Песчаный | 7 |

Все изучаемые родники относятся к малодебитным. Дебит изучаемых родников составляет от 0,21 л/с (родник 1) до 0,93 л/с (родник 3) (табл. 2). Это означает, что они могут легко заиливаться и ряд из них может превратиться в «умирающие» родники, поэтому требуется систематический уход за их состоянием.

Таблица 2.

Классификация изученных родников по дебиту (Кузовлев, 2008)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дебит родников (л/с)** | | |
| **Малодебитные – менее 1 л/с** | | **Среднедебитные – 1-10 л/с** |
| **Незначительные от 0,01 до 0,1 л/с** | **Малые – от 0,1 до 1 л/с** |  |
|  | Родники №№ 1, 2, 3, 4 |  |

Кислотность воды в родниках изменялась от 7,2 до 7,7 (таблица 3). Наименьшие значения кислотности зарегистрированы для родника № 2 – 7,2; наибольшие – для родника № 1 (7,7). Кислотность воды в роднике № 3 – 7,6. Согласно таблице 4, вода в роднике № 2 относится к нейтральной, в родниках № 1, № 3 и № 4 – к слабощелочной.

Таблица 3.

Показатели родниковой воды

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Норматив** | **Родник 1** | **Родник 2** | **Родник 3** | **Родник 4** |
| PH | 6-9 | 7,7 | 7,2 | 7,6 | 7,4 |
| Электропроводность (ppm) | 1000 | 254 | 379 | 269 | 276 |

Таблица 4.

Градация кислотности воды

|  |  |
| --- | --- |
| **Кислотность вод** | **Степень кислотности** |
| Сильнокислые | 4,5 и меньше |
| Среднекислые | 4,6-5 |
| Слабокислые | 5,1-5,5 |
| Близкие к нейтральной | 5,6-6,6 |
| Нейтральные | 6,7-7,3 |
| Слабощелочные | 7,4-8,0 |
| Щелочные | 8,1 и более |

Электропроводность воды представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ (TDS - total dissolved solids). Этот параметр также называют содержанием растворимых твердых веществ или общим солесодержанием, так как растворенные в воде вещества находятся именно в виде солей. К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли (в основном бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия) и небольшое количество органических веществ, растворимых в воде. Уровень солесодержания в воде обусловлен качеством воды в природных источниках (которые существенно варьируются в разных геологических регионах вследствие различной растворимости минералов). Кроме природных факторов, на общую минерализацию воды большое влияние оказывают промышленные сточные воды, городские ливневые стоки (особенно когда соль используется для борьбы с обледенением дорог) (Муравьев, 2004).

Электропроводность воды в родниках микрорайона «Малиновая гора» изменялась от 254 ppm (родник № 1) до 379 ppm (родник № 2). Электропроводность родниковой воды в роднике № 3 – 269 ppm, в родниковом ручье № 4 – 276 ppm (таблица 3).

Содержание растворенного в воде кислорода в изучаемых родниках изменялось от 9,6 мг/л до 12,4 мг/л (рис. 8).

Рис. 8. Содержание растворенного в воде кислорода

Концентрация кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода варьирует в широких пределах - от 0 до 14 мг/л - и подвержено сезонным и суточным колебаниям (Содержание растворенного кислорода …, 2007). Содержание кислорода в поверхностных водах служит косвенной характеристикой оценки качества поверхностных вод. По этому показателю поверхностные воды можно разделить на следующие классы:

Таблица 5.

Степень насыщенности кислородом воды и класс вод (https://www.water.ru/bz/param/oxygen\_fill\_degree.php)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Уровень загрязненности воды и класс качества | Содержание растворенного кислорода | | |
|  | лето, мг/дм3 | зима, мг/дм3 | степень насыщения, % |
| Очень чистые, I класс | 9 | 14 - 13 | 95 |
| Чистые, II класс | 8 | 12 - 11 | 80 |
| Умеренно загрязненные, III класс | 7 - 6 | 10 - 9 | 70 |
| Загрязненные, IV класс | 5-4 | 5-4 | 60 |
| Грязные, V класс | 3-2 | 5-1 | 30 |
| Очень грязные, VI класс | 0 | 0 | 0 |

По содержанию в воде кислорода вода в изучаемых родниковых ручьях относится к очень чистой, I класс вод.

**4.2. Эколого-фаунистическая характеристика макрозообентоса родниковых ручьев**

**Видовой состав макрозообентоса.** В результате исследования макрозообентоса родниковых ручьев выявлено 13 видов и таксона более высокого ранга, принадлежащих к 13 семействам, 3 классам, 3 типам (таблица 6).

Таблица 6.

Таксономический список макрозообентоса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **родник**  **Таксон** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Тип Arthropoda** |  |  |  |  |
| **Класс Hexapoda** |  |  |  |  |
| **Отряд Diptera** |  |  |  |  |
| ***Сем. Chironomidae*** |  |  |  |  |
| П/сем. Diamesinae | ххх | ххх | ххх |  |
| ***Сем. Psychodidae*** |  |  |  |  |
| Подсем. Psychodinae | хх |  | х |  |
| ***Сем. Limoniidae*** |  |  |  |  |
| Dicranota bimaculata (Schummel, 1829) |  |  |  | хх |
| **Отряд Plecoptera** |  |  |  |  |
| ***Сем. Nemouridae*** |  |  |  |  |
| Nemoura sp. |  | х |  | ххх |
| **Отряд Trichoptera** |  |  |  |  |
| ***Сем. Polycentropodidae*** |  |  |  |  |
| Plectrocnemia conspersa | х |  |  | х |
| ***Сем. Hudropsychidae*** |  |  |  |  |
| Hudropsyche angustipennis (Curtis, 1834) |  | х |  | х |
| **Oтряд Coleoptera** |  |  |  |  |
| ***Сем. Scirtidae*** |  |  |  |  |
| Gen sp |  |  |  | хх |
| ***Сем. Haliplidae*** |  |  |  |  |
| Haliplus sp. Latreille, 1802 |  | х |  | х |
| ***Сем. Helophoridae*** |  |  |  |  |
| Helophorus sp. F., 1772 |  | х |  | х |
| **Тип Mollusca Моллюски** |  |  |  |  |
| **Класс Gastropoda** |  |  |  |  |
| ***Сем. Zniitidae*** |  |  |  |  |
| Zonitoides nitidus | х |  |  | х |
| ***Сем. Succineidae*** |  |  |  |  |
| Succinea putris |  |  |  | х |
| ***Сем. Cochlicopidae*** |  |  |  |  |
| Cochlicopa lubrica (Muller, 1774) |  |  |  | х |
| **Тип Annelida Кольчатыечерви** |  |  |  |  |
| **Класс Oligochaeta** |  |  |  |  |
| ***Сем. Lumbriculidae*** |  |  |  |  |
| Lumbriculus variegatus (O.F. Mueller, 1773) |  |  |  | х |

Примечание: ххх – вид встречается массово, хх – часто, х – редко.

Видовое богатство изучаемых родниковых ручьев изменялось от 2 видов (родник 3) до 11 видов (родник 4) (рис. 9).

Рис. 9. Видовое богатство изучаемых родниковых ручьев

В роднике № 4, деревни Малиново, массово встречались нимфы веснянок *Nemoura* sp. (рис. 10), субдоминировали личинки жуков семейства Scirtidae (рис. 11), личинки двукрылых из семейства Limoniidae – *Dicranota bimaculata* (Schummel, 1829) (рис. 12). Другие представители макробеспозвоночных были малочисленны.



Рис. 10. Нимфа веснянки *Nemoura* sp.

Рис. 11. Личинка жука Scirtidae Рис. 12. *Dicranota bimaculata*

Из ручейников в родниковом ручье д. Малиново встречались *Plectrocnemia conspersa, Hudropsyche angustipennis*; из жуков были встречены в единичных экземплярах *Haliplus* sp. и *Helophorus* sp. Среди брохоногих моллюсков были встречены амфибиотические виды – *Succinea putris* и *Cochlicopa lubrica*. Из олигохет был обнаружен представитель *Lumbriculus variegates*.

В изучаемых родниковых ручьях микрорайона «Малиновая гора» (родники №№ 1-3) массово встречались личинки комаров-звонцов из подсемейства Diamesinae (рис. 13), субдоминировали личинки мух подсемейства Psychodinae (рис. 14). Малочисленными были свободноживущие личинки ручейника *Plectrocnemia conspersa* (рис. 15) и *Hudropsyche angustipennis*, амфибиотический моллюск *Zonitoides nitidus* (рис. 16).



Рис. 13. Личинки комаров-звонцов из подсемейства Diamesinae



Рис. 14. Личинки мух подсемейства Psychodinae



Рис. 15. Личинки ручейника *Plectrocnemia conspersa*

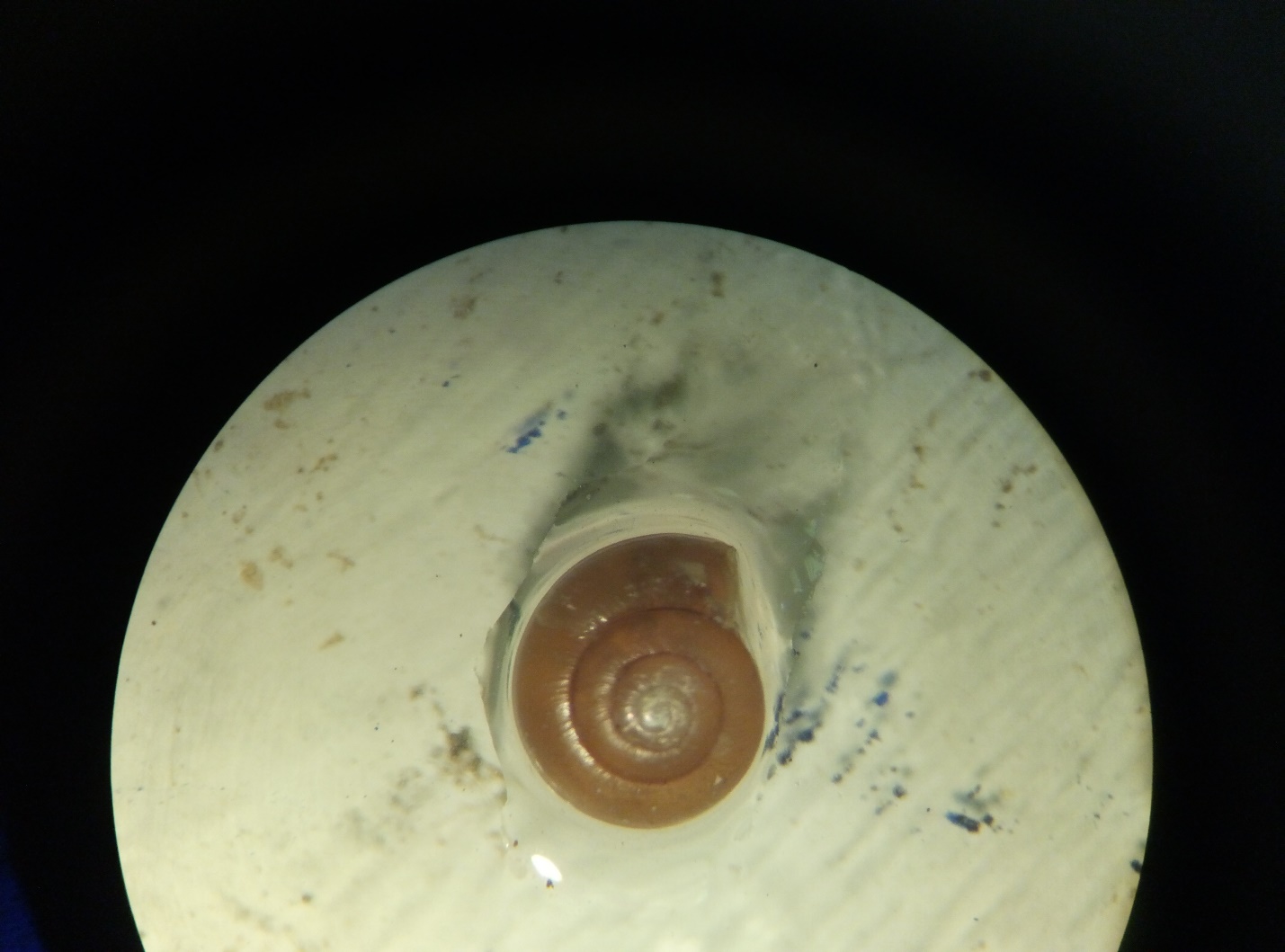


Рис. 16. Амфибиотический моллюск *Zonitoides nitidus*

Из жуков были встречены в родниковом ручье № 2 в единичных экземплярах *Haliplus* sp. и *Helophorus* sp.

При сравнении абиотических показателей родниковых ручьев (дебит родников, температуру воды, электропроводность, кислотность, тип донных отложений в родниковых ручьях) и видового состава макрозообентоса, мы не можем пока сделать выводы о влиянии дебита, электропроводности и кислотности, температуры воды на видовой состав макрозообентоса. Из литературных данных (Жадин, 1960) выявлено, что тип грунта играет значительную роль в распределении видового богатства макрозообентоса. Так, галечные грунты являются не стабильными, галька перемешивается током воды, бентос не может закрепиться на галечных грунтах, вследствие этого галечные грунты отличаются наименьшим видовым богатством водных макробеспозвоночных. Данный факт отразился и в наших исследованиях. На галечных грунтах родникового ручья № 3 было выявлено всего лишь 2 вида макрозообентоса – личинки комаров-звонцов из подсемейства Diamesinae и личинки мух подсемейства Psychodinae.

**Экологическая структура сообществ организмов макрозообентоса родниковых ручьев**

*Трофическая структура макрозообентоса.*Соотнесение организмов макрозообентоса изученных родниковых ручьев к типу питанияпредставлено в таблице 7, приложение 1.

Среди изученных организмов макрозообентоса было выявлено 4 вида, относящихся по типу питания к седиментаторам (представители подсемемейства Diamesinae, подсемемейства Psychodinae, *Dicranota bimaculata*, *Plectrocnemia conspersa*) (рис. 17)*.* Ручейник *Hydropsyche angustipennis* относится к организмам со смешанным типом питания и является седиментатором и фильтратором. Личинки жуков из семейства Scirtidae также относятся к организмам со смешанным типом питания и являются седиментаторами и собирателями. К собирателям относятся имаго жуков *Haliplus* sp., к измельчителям – *Zonitoides nitidus* и *Cochlicopa lubrica*, к детритофагам – *Succinea putris* и *Lumbriculus variegatus.*

Рис. 17. Трофическая структура макрозообентоса изученных родниковых ручьев

Соотношение организмов макробеспозвоночных с разным типом питания в изученных родниковых ручьях представлено на рис. 18.

Рис. 18. Соотношение организмов с разным типом питания в изученных родниковых ручьях

Чем разнообразнее организмы по типу питания в структуре сообщества бентоса, тем устойчивее экосистема. В сообществе бентоса родникового ручья № 4 представлено наибольшее количество организмов с разным типом питания. Здесь представлены все выявленные типы, среди которых организмов измельчителей представлено наибольшее количество – 4 вида, менее представлены собиратели, седиментаторы и фильтраторы, а также седиментаторы и собиратели. Наибольшее количество трофических групп было выявлено в родниковом ручье № 3. Здесь представлены только организмы седиментаторы. В родниковом ручье № 1 среди организмов бентоса по типу питания доминируют седиментаторы (3 вида), измельчители представлены 1 видом. В родниковом ручье № 2 мзмельчители представлены 2 видами, седиментаторы – 1 видом, седиментаторы и фильтраторы – 1 видом, собиратели – 1 видом.

*Отношение организмов к среде обитания*. Из выявленных видов организмов 1 вид относится к гомотопным организмам, то есть всю свою жизнь проводит в 1 среде обитания. К гомотопным организмам относится олигохета *Lumbriculus variegatus*. К гетеротопным организмам относится 12 видов бентоса, 9 из которых меняют условия среды своего обитания в разных стадиях жизненного цикла, а 3 вида брюхоногих моллюсков являются амфибиотическими организмами – *Zonitoides nitidus, Cochlicopa lubrica, Succinea putris.*

Среди 9 видов макрозообентоса, не являющихся амфибионтами, 4 вида относятся к реофильным организмам, 3 вида – к лимнофильным, 1 вид к лимнореофильным и 1 вид – к индифферентным, к реолимнофилам – 1 вид (рис. 19).

Рис. 19. Экологические группы бентоса по отношению к скорости течения

Соотношение организмов макрозообентоса по отношению к скорости течения в изученных родниковых ручьях представлено на рис. 20.

Рис. 20. Соотношение экологических групп макрозообентоса в разных родниковых ручьях

Наибольшее количество групп бентоса по отношению к течению представлено в ручье № 4. Во всех 4 изучаемых ручьях представлены реофилы, которые доминируют по числу особей. В родниковом ручье № 1 и № 3 помимо реофильных видов представлены индифферентные виды (безразличные к скорости течения). К индифферентным по отношению к скорости течения организмам относятся представители подсемейства Psychodinae.

В родниковом ручье № 3 представлены реофилы, лимнофилы и лимнореофилы.

**ВЫВОДЫ**

* Температура воды в родниках изменялась от 6,5°С (родник № 3) до 8,5°С (родник № 1). Температура воды в роднике № 2 = 7°С, в роднике № 4 – 7°С. Изучаемые родники по температурному режиму воды относятся к холодноводным. Все изучаемые родники относятся к малодебитным. Дебит изучаемых родников составляет от 0,21 л/с (родник 1) до 0,93 л/с (родник 3).
* Кислотность воды в родниках изменялась от 7,2 до 7,7.Наименьшие значения кислотности зарегистрированы для родника № 2 – 7,2; наибольшие – для родника № 1 (7,7). Кислотность воды в роднике № 3 – 7,6. Вода в роднике № 2 относится к нейтральной, в родниках № 1, № 3 и № 4 – к слабощелочной.
* Электропроводность воды в родниках микрорайона «Малиновая гора» изменялась от 254 ppm (родник № 1) до 379 ppm (родник № 2). Электропроводность родниковой воды в роднике № 3 – 269 ppm, в родниковом ручье № 4 – 276 ppm.
* Содержание растворенного в воде кислорода в изучаемых родниках изменялось от 9,6 мг/л до 12,4 мг/л. По содержанию в воде кислорода вода в изучаемых родниковых ручьях относится к очень чистой, I класс вод.
* Грунты родниковых ручьев представлены песчаными донными отложениями (родники №№ 1, 2, 4) и галечными донными отложениями (родник № 3).
* В результате исследования макрозообентоса родниковых ручьев выявлено 13 видов и таксона более высокого ранга, принадлежащих к 13 семействам, 3 классам, 3 типам. Практически во всех изучаемых родниковых ручьях доминировали по числу особей личинки комаров звонцов п/сем. Diamesinae.
* Среди изученных организмов макрозообентоса было выявлено 4 вида, относящихся по типу питания к седиментаторам (представители подсемемейства Diamesinae, подсемемейства Psychodinae, *Dicranota bimaculata*, *Plectrocnemia conspersa*)*.* Ручейник *Hydropsyche angustipennis* относится к организмам со смешанным типом питания и является седиментатором и фильтратором. Личинки жуков из семейства Scirtidae также относятся к организмам со смешанным типом питания и являются седиментаторами и собирателями. К собирателям относятся имаго жуков *Haliplus* sp., к измельчителям – *Zonitoides nitidus* и *Cochlicopa lubrica*, к детритофагам – *Succinea putris* и *Lumbriculus variegatus.*
* Из выявленных видов организмов 1 вид относится к гомотопным организмам, то есть всю свою жизнь проводит в 1 среде обитания. К гомотопным организмам относится олигохета *Lumbriculus variegatus*. К гетеротопным организмам относится 12 видов бентоса, 9 из которых меняют условия среды своего обитания в разных стадиях жизненного цикла, а 3 вида брюхоногих моллюсков являются амфибиотическими организмами – *Zonitoides nitidus, Cochlicopa lubrica, Succinea putris.*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока, Владивосток: Дальнаука, 1994.– 218 с.
2. Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия [электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: АСТ, 2000. – 1 электрон. опт. Диск (СD-ROM)
3. Жадин В.И. Жизнь в реках. Бентос // Жизнь пресных вод СССР/ Под ред. Е.Н. Павловского и В.И. Жадина. Т. 3. – М.-Л.: АН СССР, 1950. – С. 149-183.
4. Жадин В.И. Методика гидробиологического исследования. Ленинград, 1960. – 285 с.
5. Иллиес Й. Ручьи и реки // Экологические очерки о природе и человеке/ под ред. Б. Гржимека – М.:Прогресс,1988. –С.371-381.
6. Кузовлев В.В. Методические рекомендации по изучению и охране родников Тверской области. – Тверь, 2008. – 25 с.
7. Мамаев Б. М. Определитель насекомых по личинкам: Пособие для учителей / Б. М. Мамаев. – М.: Просвещение, 1972. – 245 с.
8. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидроглогия, М.: Высшая школа, 2007, 463 с.
9. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. – СПб.: «Крисмас+», 2004. – 248 с.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Отв. редакторы Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 512 с.
11. Паньков Н.Н. и др. Сообщества зообентоса ключей и родников Урала и Предуралья (Пермское Прикамье) // Лекции и материалы докладов всероссийской школы-конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана». Борок, 2008. – С. 221-225.
12. Природа Ижевска и его окрестностей // Сборник статей – Ижевск: Удмуртия, 1998.
13. Родники Ижевска /Под. ред. В.В. Туганаева. – Ижевск: Изд. дом. "Удм. ун-т", 2000. – 176с.
14. Содержание растворенного кислорода в воде: Методические указания/ Составитель Кузьмина И.А. - НовГУ, Великий Новгород, 2007. – 12 с.
15. [Чертопруд М.В. Анализ жизненных форм реофильного макробентоса: новый подход к классификации сообществ](http://elementy.ru/genbio/resume/15) // Журнал Общей Биологии. 2006. Том 67. №3. С.190–197.
16. Чертопруд М.В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. – М.: Изд-во КМК, 2010. – 210 с.
17. Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna // Informationsberichte des Bayerlichen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Muenchen, 1996. Heft 4/96. 548 s.
18. https://www.water.ru/bz/param/oxygen\_fill\_degree.php

Приложение 1

Таблица 7.

Отнесение организмов макрозообентоса к типу питания и по отношению к скорости течения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **родник**  **Таксон** | **1** | **2** | **3** | **4** | **Трофическая структура** | **Отношение к скорости течения** |
| **Тип Arthropoda** |  |  |  |  |  |  |
| **Класс Hexapoda** |  |  |  |  |  |  |
| **Отряд Diptera** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Chironomidae*** |  |  |  |  |  |  |
| П/сем. Diamesinae | ххх | ххх | ххх |  | седиментаторы | реофил |
| ***Сем. Psychodidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Подсем. Psychodinae | хх |  | х |  | седиментаторы | индеферентны |
| ***Сем. Limoniidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Dicranota bimaculata (Schummel, 1829) |  |  |  | хх | седиментаторы | реолимнофил |
| **Отряд Plecoptera** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Nemouridae*** |  |  |  |  |  |  |
| Nemoura sp. |  | х |  | ххх | измельчители | реофил |
| **Отряд Trichoptera** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Polycentropodidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Plectrocnemia conspersa | х |  |  | х | седиментаторы | реофил |
| ***Сем. Hudropsychidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Hydropsyche angustipennis (Curtis, 1834) |  | х |  | х | Седиментаторы, фильтраторы | Реофил |
| **Oтряд Coleoptera** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Scirtidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Gen sp |  |  |  | хх | Седиментаторы, собиратели | лимнофил |
| ***Сем. Haliplidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Haliplus sp. Latreille, 1802 |  | х |  | х | собиратели | лимнореофил |
| ***Сем. Helophoridae*** |  |  |  |  |  |  |
| Helophorus sp. F., 1772 |  | х |  | х | измельчители | лимнофил |
| **Тип Mollusca Моллюски** |  |  |  |  |  |  |
| **Класс Gastropoda** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Zniitidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Zonitoides nitidus | х |  |  | х | измельчители | амфибионт |
| ***Сем. Succineidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Succinea putris |  |  |  | х | детритофаги | амфибионт |
| ***Сем. Cochlicopidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Cochlicopa lubrica (Muller, 1774) |  |  |  | х | измельчители | амфибионт |
| **Тип Annelida Кольчатыечерви** |  |  |  |  |  |  |
| **Класс Oligochaeta** |  |  |  |  |  |  |
| ***Сем. Lumbriculidae*** |  |  |  |  |  |  |
| Lumbriculus variegatus (O.F. Mueller, 1773) |  |  |  | х | детритофаги | лимнофил |