

1  
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

*Capreolus pygargus*  
Сибирская косуля  
Жданов С.И.



2021

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© Коллектив авторов, 2021

УДК 556.51(470)

*Ю.М. Нестеренко, А.В. Халин, Н.В. Соломатин*

## **ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ИХ РОЛЬ В ЕГО БИОСФЕРЕ**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

*Цель.* Разработка научных основ эффективного использования водных ресурсов в Уральском регионе.

*Материалы и методы.* В исследованиях использованы материалы многолетних исследований авторов, опубликованные материалы других авторов и фондовые материалы Гидромета и статистических управлений. Использовались методы математической обработки исходных данных и анализа состояния компонентов природных ресурсов Уральского региона, их взаимосвязей и зональных особенностей в естественных и антропогенно измененных условиях.

*Результаты.* Результаты исследования направлены на повышение эффективности использования водных ресурсов в социуме и экономике Уральского региона. Более подробно они рассмотрены в степной зоне Южного Урала.

*Заключение.* Выявлены климатические особенности формирования и использования водных ресурсов и их роль в природе климатических зон Уральского региона. Установлена системообразующая роль водной компоненты в его аридной степной зоне, как фактор, находящийся в минимуме в сравнении с другими необходимыми в обеспечении процессов идущих в природных системах. Предлагаемые пути повышения эффективности использования водных ресурсов позволят повысить биопродуктивность и биоразнообразие биоценозов и улучшить природные условия жизни населения и его хозяйственной деятельности. Установлено влияние уровня обеспеченности водными ресурсами на формирование биоресурсов и геохимических процессов в природных зонах. Результаты исследования направлены на повышение эффективности использования водных ресурсов в социуме и экономике степного Южного Урала.

*Ключевые слова:* водные ресурсы, природная зона, почвенный покров, Уральский регион, социум и экономика Южного Урала.

---

---

*Y.M. Nesterenko, A.V. Khalin, N.V. Solomatin*

## **NATURAL WATERS OF URAL REGION AND THEIR ROLE IN BIOSPHERE**

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

*Goal.* Development of scientific foundations for the effective use of water resources in Ural region.

*Materials and methods.* The research uses materials from many years of research by the authors, published materials by other authors and stock materials from Hydromet and statistical offices. Methods of mathematical processing of initial data and analysis of the state of the components of natural resources of the Ural region, their interrelationships and zonal features in natural and anthropogenically changed conditions were used.

*Results.* The research results are aimed at increasing the efficiency of water resources use in the society and economy of the Ural region. They are considered in more detail in the steppe zone of the Southern Urals.

*Conclusion.* The climatic features of the formation and use of water resources and their role in the nature of the climatic zones of the Ural region are revealed. The system-forming role

of the water component in its arid steppe zone has been established, as a factor that is at a minimum in comparison with other factors necessary in ensuring the processes taking place in natural systems. The proposed ways to increase the efficiency of water resources use will increase the bioproductivity and biodiversity of biocenoses and improve the natural living conditions of the population and its economic activities. The influence of the level of water resources availability on the formation of biological resources and geochemical processes in natural zones has been established. The research results are aimed at increasing the efficiency of water resources use in society and economy of the steppe South Urals.

*Key words:* water resources, natural zone, soil cover, Ural region, society and economy of the South Urals.

---

---

## Введение

Значимость воды в растениеводстве зависит от уровня обеспеченности ею растений. При избыточном увлажнении почв, выше наименьшей влагоемкости (НВ), полевые сельскохозяйственные культуры страдают от недостатка почвенного воздуха. При недостатке влаги в почве для большинства полевых сельскохозяйственных культур менее 70% НВ, в этом случае они снижают продуктивность и погибают в результате уменьшения ее содержания до влажности разрыва капилляров (ВРК), при которой прекращается по ним движение влаги к корням. Режим влаги в почве сельскохозяйственных угодий при глубоком залегании грунтовых вод зависит в основном от соотношения количества атмосферных осадков (Н) и испаряемости (возможного испарения воды с открытой водной поверхности  $E_0$ ), которое определяется как коэффициент увлажнения ( $K_{ув}$ ) и вычисляется по формуле:

$$K_{ув} = Н/E_0. \quad (1)$$

Соотношение годовой суммы атмосферных осадков и испаряемости определяет зональную водообеспеченность и создает принципиальные отличия последующего распределения атмосферных осадков по расходным статьям водного баланса.

В зоне избыточного увлажнения превышение величины атмосферных осадков над испаряемостью ( $K_{ув} > 1$ ) обеспечивает высокую влажность почвы и близкое залегание грунтовых вод или верховодок и значительное их участие в суммарном испарении. Близкое залегание грунтовых вод в период таяния снега или выпадения большого количества атмосферных осадков в теплый период года обуславливает быстрый их подъем к поверхности, что приводит к увеличению поверхностного стока независимо от впитывающей спо-

способности земной поверхности. В биоценозах преобладают влаголюбивые растения.

Главным отличительным признаком зон недостаточной водообеспеченности является значительное превышение испаряемости над количеством выпадающих атмосферных осадков ( $K_{ув} < 1$ ).

Соотношение атмосферных осадков и тепловых ресурсов определило также типы почв по зонам.

### Зональные особенности природных вод

На рисунке 1 представлена характеристика мощности зоны аэрации и вида почв по природным зонам Уральского региона.

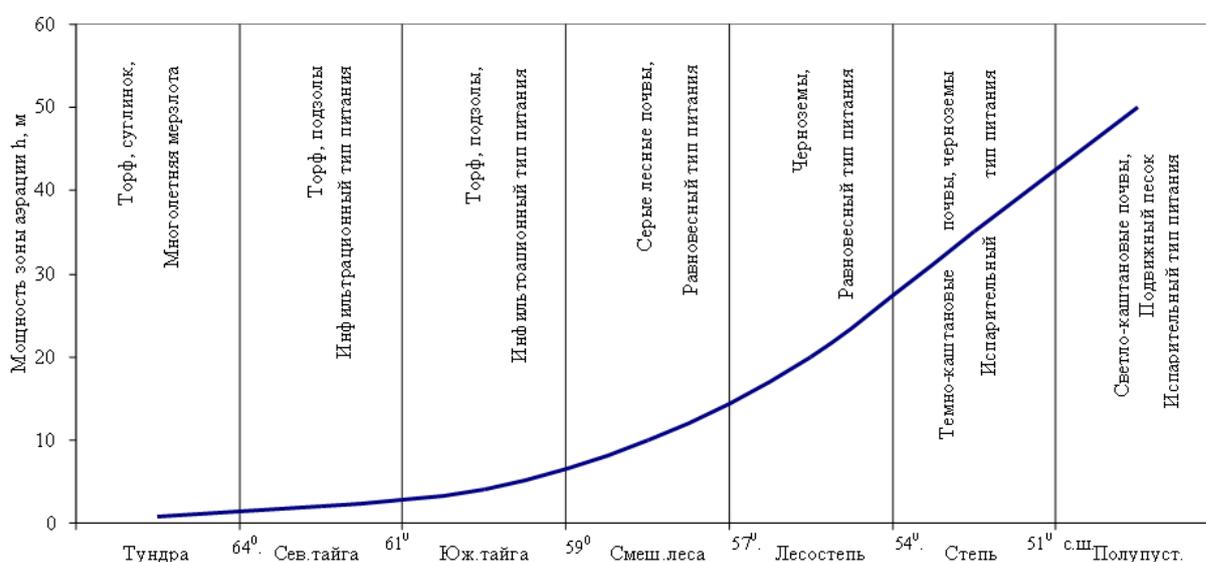


Рис. 1. Мощность зоны аэрации и почвы в климатических зонах Уральского региона (определены с использованием карты «Зоны аэрации СССР» под ред. Н.В. Роговской [3]; колонок к гидрологической карте СССР [6], атласов почв СССР [7]).

При следовании с севера на юг увеличивается мощность зоны аэрации над подземными водами. Если в тундре при избыточном увлажнении она в среднем меньше метра, то в степной зоне она увеличивается до нескольких и даже десятков метров с прекращением испарения подземных вод.

При избыточном увлажнении в тундре формируются торфяники с инфильтрационным типом водообмена в зоне аэрации, а в степной зоне в условиях дефицита природных вод образовался мощный почвенный покров из черноземов, а в зону аэрации вовлекаются более глубокозалегающие отложения верхней части земной коры и преобладает испарительный тип водообмена.

На Южном Урале коэффициент увлажнения 0,3-0,7, что характерно для

вододефицитной зоны, где, однако, имеются территории с достаточным и даже избыточным увлажнением. К площадям с недостаточным увлажнением относятся водоразделы, склоны и другие территории, для которых сумма приходных статей водного баланса меньше испаряемости. Затапливаемые части пойм рек и прочие подобного рода территории за счет притока поверхностных и подземных вод с  $K_{ув}$  близким к единице и более следует относить к условно водообеспеченным. Для вододефицитных территорий Южного Урала типична степная растительность, а для водообеспеченных – естественная облесенность. На Южном Урале средняя естественная облесенность составляет 3%. Следовательно, к водообеспеченным можно отнести и эти 3% его территории.

На севере Уральского региона минерализация атмосферных осадков составляет 0,02 г/дм<sup>3</sup>.

С ними (500 мм/год) поступает на земную поверхность 100 кг солей на гектар. При среднем суммарном коэффициенте стока атмосферных осадков 0,5, их останется в среднем 50 кг/га за год. В степной зоне атмосферные осадки составляют 350 мм/год, а их минерализация – 0,04-0,05 г/дм<sup>3</sup>; при коэффициенте их стока 0,25 на гектаре остается 128 кг солей в год. В полупустыне выпадает 250 мм осадков в год, с минерализацией 0,045 г/дм<sup>3</sup> и при коэффициенте стока 0,1 на гектаре останется 112 кг солей.

Замедленный водообмен подземных вод в степной зоне и уменьшение их доли в общем водообороте увеличивает продолжительность контакта вод с грунтами зоны аэрации и горными породами и этим способствует увеличению в них растворимых соединений (рис. 2). Все эти зональные особенности водообмена обуславливают специфичность геологических процессов в земной коре, гидрохимии поверхностных и подземных вод.

Антропогенные изменения в водном балансе на водосборе и в бассейнах рек влекут за собой вторичные изменения во всей геологической среде. С широтной зональностью связаны распределение водных ресурсов, их баланс и химический состав, распределение и особенности движения в земной толще, характер взаимодействия вод с вмещающими их горными породами.

Выпадающие на ту или иную территорию суши атмосферные осадки являются основой формирования ее водных ресурсов.

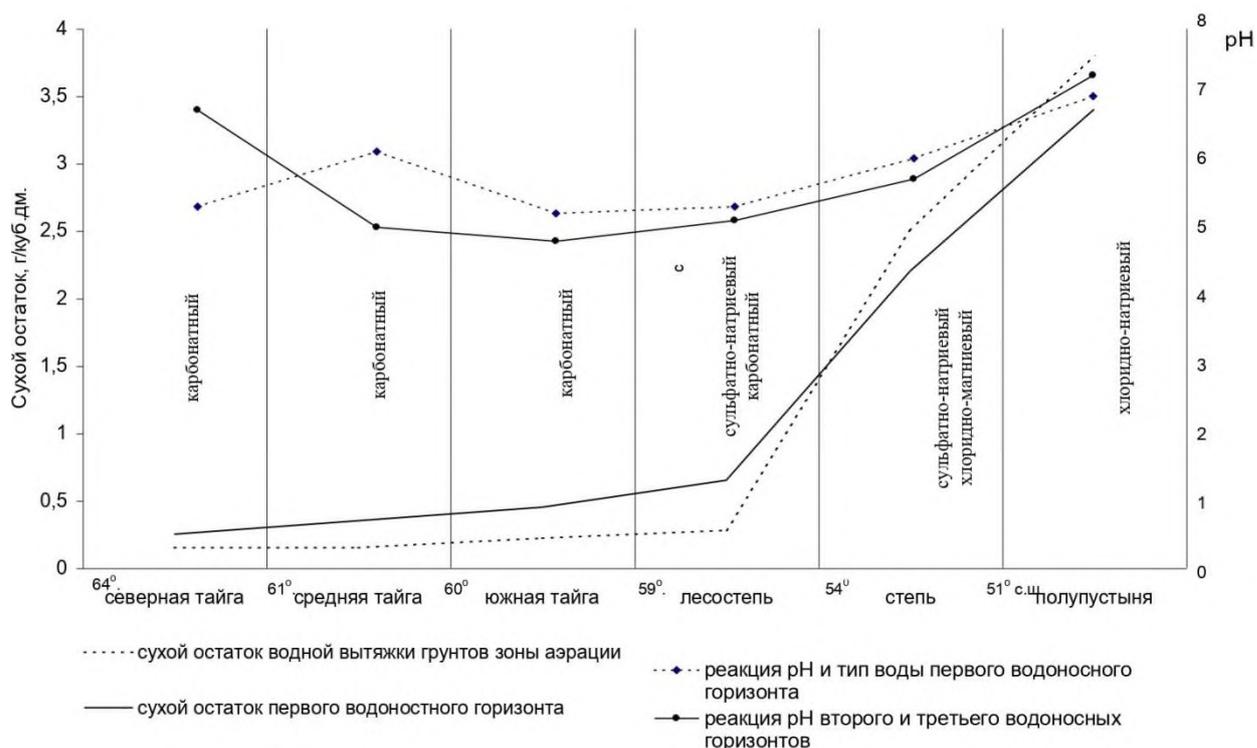


Рис. 2. Сухой остаток грунтов зоны аэрации и подземных вод по природным зонам Предуралья (составлен с использованием карт: «Зоны аэрации СССР под ред. Н.В. Роговской [3], Гидрогеологическая карта СССР [5]).

Остальные приходные статьи результат перераспределения атмосферных осадков между территориями. Общий водный баланс зоны активного водообмена территорий представляется формулой А.Н. Костякова [4]:

$$M_k - M_n = H - S - \Delta И - E - G, \quad (2)$$

где:  $M_k - M_n$  – запасы влаги в зоне аэрации соответственно в конце и начале расчетного периода;

$H$  – атмосферные осадки;

$S$  – поверхностный сток;

$\Delta И$  – изменение запасов подземных вод;

$E$  – суммарное испарение;

$G$  – водообмен с зоной мало интенсивного водообмена.

Для многолетних периодов, не связанных с какими-то антропогенными воздействиями на водный баланс, сезонным изменением запасов влаги в зоне аэрации и в грунтовых водах можно пренебречь.

На рисунке 3 представлены основные среднееголетние составляющие водного баланса по природным зонам Уральского региона, рассчитанные по материалам гидрометслужбы, ВСЕГИНГЕО, И.С. Зекцера [1, 2] и др.

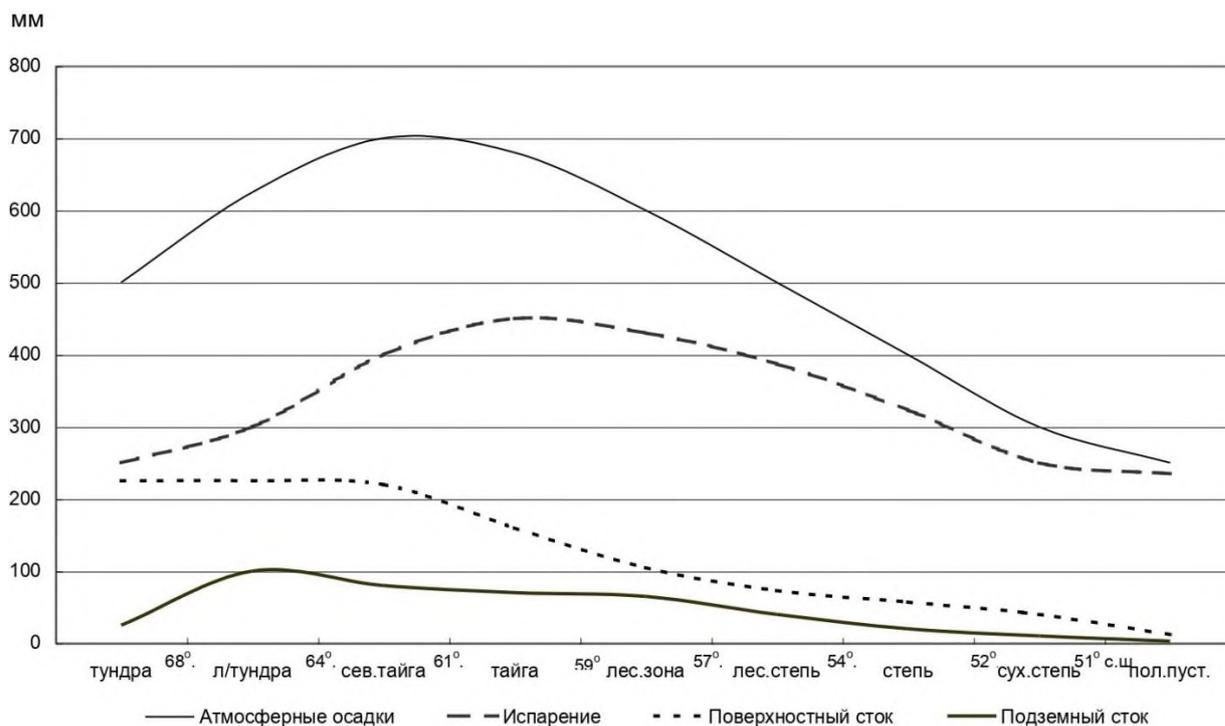


Рис. 3. Составляющие годового водного баланса в природных зонах Уральского региона (составлен с использованием карты основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР [8], материалов ВСЕГИНГЕО и Гидромета).

Сравнительный их анализ показывает, что наибольшее количество атмосферных осадков выпадает в таежной зоне (до 700 мм), из которых 400 — 450 мм (55 – 60%) расходуется на испарение. Южнее в лесной зоне, оставаясь неизменной по величине, испарение увеличивает свою долю в расходной части водного баланса до 72%. Далее на юг с уменьшением количества выпадающих атмосферных осадков до 500 мм в лесостепной зоне, 400 мм в степи и до 250 мм в полупустыне снижается величина испарения. Однако его доля в расходной части водного баланса увеличивается в лесостепи до 77%, в степи до 80-85% и в полупустыне до 95%. Соответственно уменьшается расход атмосферных осадков на поверхностный и подземный сток.

Рассмотрим значимость составляющих водного баланса в среднем за многолетний период для вододефицитных зон в сравнении с зонами избыточного и достаточного увлажнения.

Характеристика суммарного стока равнинных и горных рек Уральского региона по природным зонам (рис. 4) убедительно показывает, что его величина и значимость в водном балансе по природным зонам существенно различаются. Максимальный суммарный сток рек и его доля в балансе природ-

ных вод наблюдается в северной тайге.

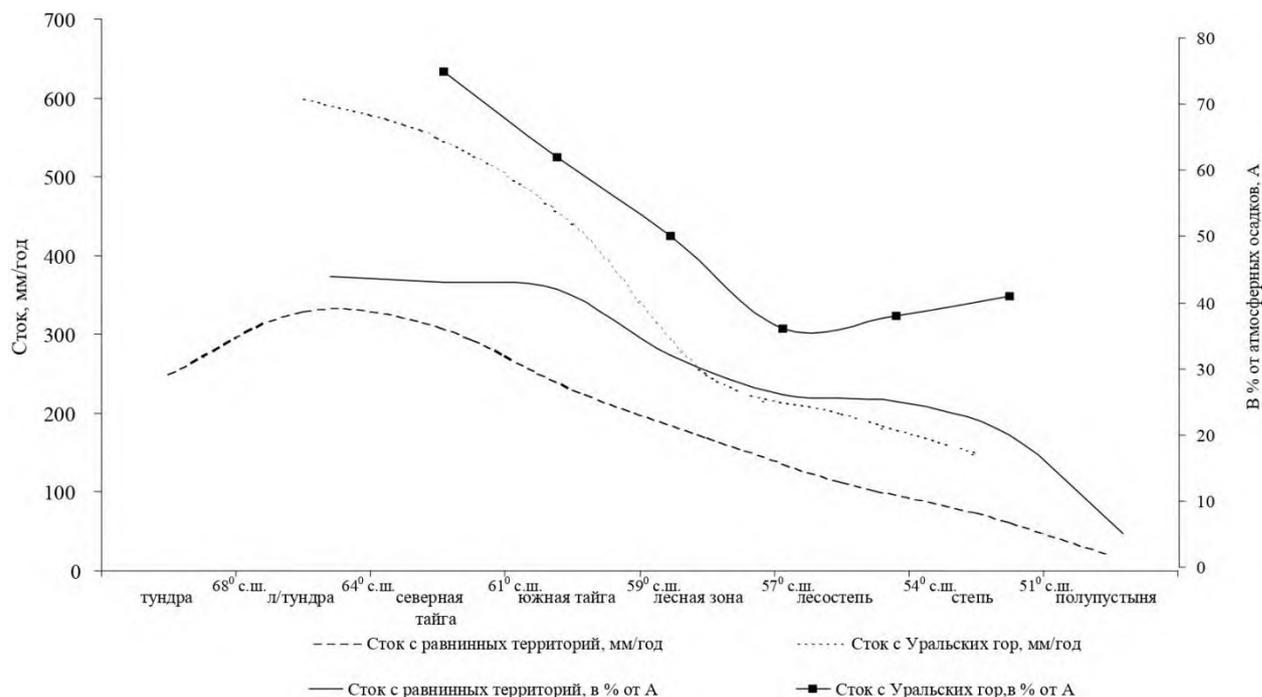


Рис. 4. Средний годовой водный сток в климатических зонах Уральского региона (составлен с использованием карты основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР [8], материалов ВСЕГИНГЕО и Гидрометеослужбы).

Южнее сток рек, как и его доля в водном балансе, постепенно снижаются. На равнинных территориях суммарный годовой сток в абсолютных величинах из зоны активного водообмена при переходе от северных зон, имеющих многолетнюю мерзлоту, к южным, где наблюдается дефицит водных ресурсов, уменьшается с 320 мм до 75 мм в степи и 20 мм в полупустыне. В Уральских горах при общем увеличении стока рек за счет большего количества атмосферных осадков и меньших коэффициентах впитывания и фильтрации горных пород в сравнении с восточной частью Русской равнины также наблюдается уменьшение стока при переходе от зоны северной тайги к степи с 550 мм в год до 150 мм, то есть, как и на равнинах, почти в 4 раза.

Значимость стока рек в суммарном водном балансе природных зон на равнинных территориях уменьшается с 44% в тундре и северной тайге до 26% в лесной зоне и лесостепи, 20% в степи и 5% в полупустыне от суммы осадков. В условиях превышения испаряемости над атмосферными осадками происходит перераспределение расходных статей водного баланса в пользу испарения и исключения значительной части атмосферных осадков из водо-

обмена в земной коре.

Анализ структуры суммарного стока по природным климатическим зонам Предуралья показывает, что поверхностный сток также изменяется по зонам, но с большими темпами уменьшения (рис. 5) за счет большой доли его аккумуляции в замкнутых понижениях. На равнинах с севера на юг он уменьшается в 5 раз, а в Уральских горах – в 6 раз.

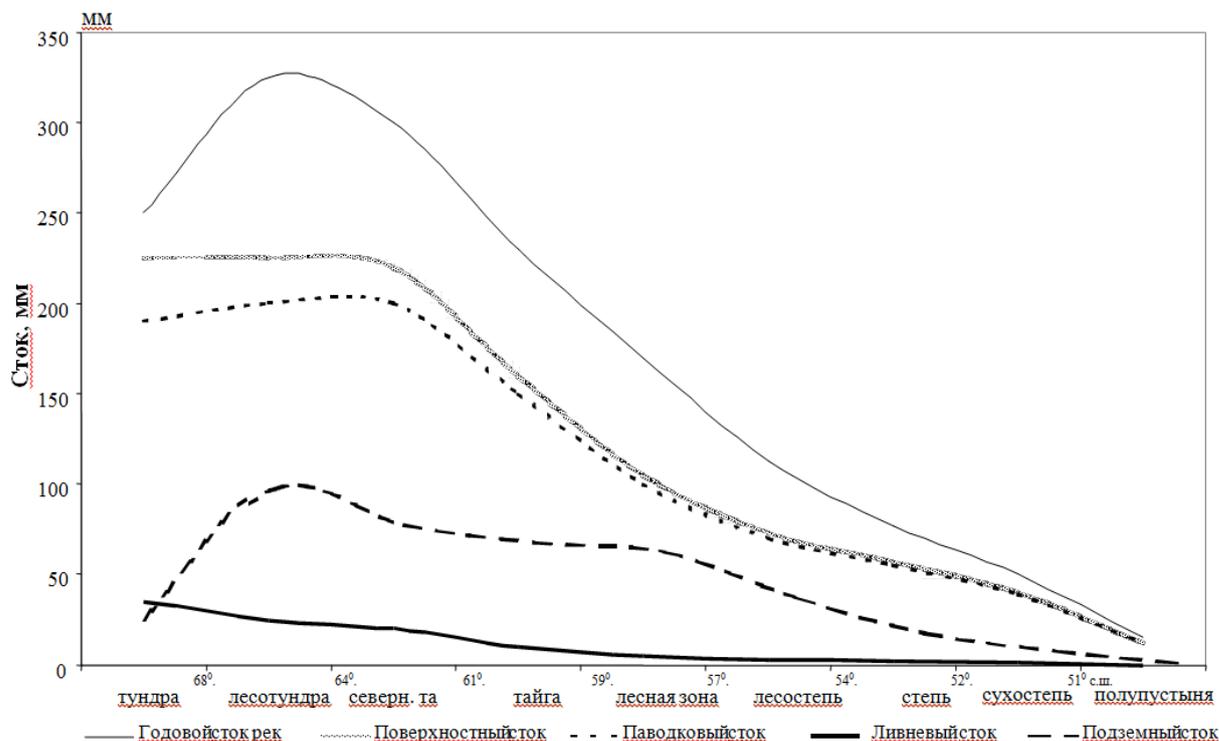


Рис. 5. Составляющие годового водного стока в климатических зонах Уральского региона (составлен использованием карты основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР [8], материалов ВСЕГИНГЕО) и Гидромета).

Подземная составляющая суммарного стока изменяется по климатическим зонам по закономерностям, отличным от поверхностного стока. В тундре и северной тайге при наличии многолетнемерзлых грунтов, ограничивающих фильтрацию вод, подземный сток составляет в среднем на равнинах соответственно 15 и 30 мм (1.5 и 4.5% от общего водного баланса). В южной тайге и лесной зоне он увеличивается соответственно до 80 и 65 мм (12%), обеспечивая устойчивый нисходящий поток и создавая промывной режим в грунтах зоны интенсивного водообмена. Южнее этих зон идет постепенное уменьшение величины годового подземного стока и его доли в общем водном балансе до 15 мм (4%) в степной зоне и до 3 мм в полупустыне.

Химический состав природных вод зависит от многих факторов: величины атмосферных осадков, испаряемости, почв, грунтов, слагающих зону аэрации и водоносные горизонты, их водно-физических свойств, рельефа, растительности и др. Эти факторы имеют зональные отличия. В последние десятилетия в формировании химического состава природных вод особую значимость приобрели антропогенные воздействия.

Анализ типов химического состава подземных вод, их минерализации и рН по климатическим зонам величины сухого остатка водной вытяжки из грунтов зоны аэрации (рис. 2) свидетельствует, что в зонах избыточного увлажнения подземные воды в основном слабо минерализованы и имеют карбонатный химический состав с кислой реакцией. В зонах недостаточного увлажнения по мере увеличения дефицитности природных вод наблюдается значительное увеличение минерализации подземных вод, они становятся щелочными, преимущественно сульфатно-натриевого и хлоридно-натриевого состава.

Изменения химического состава подземных вод обуславливают следующие изменения в формировании живой и неживой материи. Преобладающей становится солеустойчивая растительность с повышенной прочностью стебля и жесткими листьями (типчаки, клен татарский и др.). Изменения в составе растительности ведут к соответствующим изменениям в животном мире, во всех звеньях живой цепи. Это обуславливает необходимость изучения процессов, идущих в живой и неживой материи верхней части земной коры, с учетом зональной водообеспеченности территорий.

Сравнение процессов, происходящих в той или иной зоне позволяет делать более обоснованные прогнозы развития как отдельных процессов, идущих в исследуемой зоне, так и всей ее природы в естественном состоянии или при антропогенном изменении обуславливающих их факторов.

### **Заключение**

1. Количество и соотношение показателей атмосферных осадков и температуры воздуха в относительно стабильных геологических условиях являются системообразующими факторами формирования биосферы природных зон Уральского региона и определяют состав биоценозов в них в зависимости от рельефа земной поверхности.

2. В гумидных зонах Уральского региона при превышении атмосферных осадков над испаряемостью тепловые ресурсы являются основным си-

стемообразующим компонентом природы, определяющим направление и интенсивность, идущих в них процессов. В аридных зонах при превышении испаряемости над атмосферными осадками основным системообразующим компонентом природы становятся водные ресурсы, определяющие направление и интенсивность идущих в них процессов. В результате в гумидных зонах сформировались влаголюбивые с преобладанием древесной растительности биоценозы, а в аридных зонах – засухоустойчивые степные с преобладанием злаков биоценозы.

3. В степной зоне Южного Урала хозяйственная деятельность должна направляться на повышение эффективности использования атмосферных осадков в природных и антропогенных биоценозах, а поверхностных и подземных вод – в экономике и социуме регионов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зоны аэрации СССР. Карта под ред. Н.В. Роговцевой. М.; ГУГК. 1983.
2. Гидрологическая карта СССР М.; ГУГК. 1983.
3. Атлас почв СССР. Под общ. ред. И.С. Кауричева и И.Д. Громыко. М.: «Колос». 1974.
4. Гидрогеологическая карта СССР М.; ГУГК. 1983.
5. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960. 621 с.
6. Зекцер И.С. Закономерности формирования подземного стока и научно-методические основы его изучения. М.: Наука, 1977. 172 с.
7. Зекцер И.С., Язвин Л.С. Запасы подземных вод и их роль в формировании водных ресурсов и водного баланса СССР. Труды V Всероссийского гидрологического съезда. Л., 1988. С.80-82.
8. Карта основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР. Под ред. И.С. Зекцера. М.; ГУГК, 1982.

Поступила 28.03.2021 г.

(Контактная информация: **Нестеренко Юрий Михайлович** – доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; тел./факс (3532) 77-06-60 e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru); \

**Халин Александр Васильевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН;

**Соломатин Николай Владиславович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН.)

---

---

#### REFERENCES

1. Zones of aeration of the USSR. Map ed. N.V. Rogovtseva. M.: GUGK. 1983.
2. Hydrological map of the USSR M.: GUGK. 1983.
3. Atlas of soils of the USSR. Ed. I.S. Kaurichev and I.D. Gromyko. M.: "Kolos". 1974.
4. Hydrogeological map of the USSR M.: GUGK. 1983.
5. Kostyakov A.N. Basics of land reclamation. M.: Selkhozgiz, 1960. 621 p.

6. Zektser I.S. Regularities of the formation of underground runoff and scientific and methodological foundations of its study. М.: Nauka, 1977. 172 p.
7. Zektser I.S., Yazvin L.S. Groundwater reserves and their role in the formation of water resources and water balance in the USSR. Proceedings of the V All-Russian Hydrological Congress. L., 1988. P. 80-82.
8. Map of the main elements of the water balance and water resources of the USSR. Ed. I.S. Zektsera. М.: GUGK, 1982.

**Образец ссылки на статью:**

Халин А.В., Соломатин Н.В. Природные воды Уральского региона и их роль в его биосфере. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2021. №1. 11с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2021-1/Articles/NYM-2021-1.pdf>).  
**DOI: 10.24411/2304-9081-2021-11005**