

СТАТЬИ

УДК 556.535.8

DOI 10.17513/use.38283

**ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАСЕЙНА РЕКИ МЕНЗЕЛЯ****Горшкова А.Т., Бортникова Н.В., Рыков Р.А., Горбунова В.П., Семанов Д.А.***Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,
Казань, e-mail: rykov97@gmail.com*

Цель данного исследования заключается в оценке расчетных гидрологических характеристик, основанных на анализе и обработке фактических данных измеренных расходов воды реки Мензеля, впадающей в Икский залив Нижнекамского водохранилища, и ее притоков. Водосборный бассейн реки Мензеля, водные ресурсы которого интенсивно используются для промышленных и бытовых целей, расположен в северной части физико-географического региона Восточное Закамье, на территории Сармановского, Альметьевского, Заинского, Тукаевского и Мензелинского муниципальных районов Республики Татарстан. Расходы воды были измерены с помощью гидрометрической вертушки ГР-21М методом «скорость – площадь» в летний меженьный период согласно стандартной методике на характерных участках исследуемых рек. Для перехода от мгновенных измеренных расходов к обеспеченным значениям и дальнейших преобразований также необходим многолетний ряд данных ежедневных расходов воды действующего гидрологического поста № 76705, расположенного на реке Мензеля в среднем течении, в деревне Шарлиарема Сармановского муниципального района Республики Татарстан. На основе собранных и рассчитанных данных были получены такие гидрологические параметры, как интенсивность подземного питания и слой меженьного стока в пределах всего бассейна. Также были построены тематические картосхемы в программном обеспечении QGIS, графически отображающие пространственное распределение исследуемых характеристик по всей гидрологической сети рек водосборного бассейна.

Ключевые слова: Мензеля, Нижнекамское водохранилище, расходы, слой стока, подземное питание, бассейн**HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS ASSESSMENT
OF THE MENZELYA RIVER BASIN WATER RESOURCES****Gorshkova A.T., Bortnikova N.V., Rykov R.A., Gorbunova V.P., Semanov D.A.***Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences,
Kazan, e-mail: rykov97@gmail.com*

The purpose of this study is to evaluate the calculated hydrological characteristics based on the analysis and processing of the actual data of the measured water discharge of the Menzelya river inflowing into the Ikskiy bay of the Nizhnekamsk reservoir and her branches. The Menzelya river catch basin, whose water resources are intensively used for industrial and household needs, is located in the northern part of the physico-geographical region of the Eastern Zakamye, on the territory of the Sarmanovsky, Almeteyevsky, Zainsky, Tukayevsky and Menzelinsky municipal districts of the Republic of Tatarstan. Water discharges were measured using a hydrometric current meter GR-21M using the velocity–area method in the summer runoff low according to the standard methodology in characteristic location of the studied rivers. For the transition from momentary discharges to reliability values and further transformations, a long-term series of data on daily water discharges of the active hydrological post № 76705, located on the Menzelya River in the village Sharliarema of the Sarmanovsky municipal district of the Republic of Tatarstan in the middle streamway river is also needed. On the basis of the collected and calculated data, such hydrological parameters as the intensity of ground recharge and the summer low runoff depth the entire basin were obtained. Thematic scheme-maps were also built in the QGIS software, graphically displaying the spatial distribution of the studied characteristics throughout the hydrological network of rivers in the catch basin.

Keywords: Menzelya, Nizhnekamsk reservoir, discharges, runoff depth, intensity of ground recharge, basin**Введение**

Колебания количественных параметров речного стока, зависящие, в первую очередь, от гидрометеорологических условий и режима интенсивности водопользования, обусловили необходимость проведения мониторинговых исследований на гидрометрических створах. От количества и продолжительности работы гидрологических станций в пределах какого-либо речного бассейна зависит степень изученности его водных ресурсов. Гидрологические наблюдения в бассейне реки (р.) Мензеля произ-

водились Федеральным государственным бюджетным учреждением Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан (ФГБУ УГМС РТ) на трех постах: 1) в устье реки без названия у села (с.) Гремячий Посад с 1932 г. по 1935 г.; 2) у города (г.) Мензелинск с 1935 г. по 1948 г.; 3) в с. Сарманово с 1948 г. по 1988 г. Действующий сегодня гидрологический пост на р. Мензеля находится в деревне (д.) Шарлиарема (с 2008 г.). Координаты поста – 55°24'44.03"СШ, 52°44'10.93"ВД. Данные этого поста были использованы для определения переходных

коэффициентов, используемых для расчета обеспеченных значений расходов воды в бассейне.

Для увеличения степени достоверности результатов были произведены измерения реальных расходов как по всей протяженности р. Мензеля, так и устьевых зон ее притоков. Такие подробные данные по р. Мензеля в 2023 г. получены впервые.

Река Мензеля – бывший 103-й левый приток р. Ик, в настоящее время – самостоятельный левый приток Икского залива Нижнекамского водохранилища (вдхр.). Длина р. Мензеля 123,0 км, площадь водосбора 2074,5 км². В Государственном водном реестре Российской Федерации (ГВР РФ) река зарегистрирована под кодом 1001010131211100028831, относится к Камскому бассейновому округу. По гидрографическому районированию является подбассейном р. Кама до Куйбышевского вдхр. (без бассейнов рек Белой и Вятки). А по водохозяйственному районированию – это участок р. Ик от истока до устья. Река Мензеля имеет статус «Памятник природы регионального значения». Течет в субмеридиональном направлении с юга на север. Исток расположен в пределах Бугульминской возвышенности, южнее д. Новый Мензелябаш Сармановского муниципального района (м.р.) РТ, русло извилистое, шириной до 18 м; средняя глубина составляет 1,3 м. По данным гидрологического поста у с. Сарманово среднегодовой расход воды равен 1,8 м³/сек, наибольший – 131 м³/сек, наименьший – 0,062 м³/сек. Город Мензелинск после создания Нижнекамского вдхр. не входит в бассейн р. Мензеля, так как территориально относится к Мензелинскому заливу Нижнекамского вдхр. Характер поверхности определяется сочетанием долины р. Кама с северным продолжением отрогов Бугульминской возвышенности. Высота рельефа в бассейне колеблется от 70 м Балтийской системы (БС) до 240 м БС [1].

Распределение стока внутри года неравномерное. В период весеннего половодья, начинающегося в конце марта – начале апреля, на реках проходит около 76% годовой нормы стока. Зимняя межень обычно сопровождается устойчивым ледоставом. Река маловодна, а потому сильно зарегулирована. При помощи использования дистанционного зондирования земли по космическим снимкам в бассейне реки выявлено 189 прудов суммарной площадью водного зеркала 665,25 га; 61% прудов имеют площадь водного зеркала до 1,0 га. Самый круп-

ный пруд 184,0 га построен в 1979 г. на р. Иганя у д. Языково Сармановского м.р. РТ.

Цель исследования заключается в оценке расчетных гидрологических характеристик, основанных на анализе и обработке фактических данных измеренных расходов воды р. Мензеля, впадающей в Икский залив Нижнекамского водохранилища, и ее притоков.

Материалы и методы исследования

Полевые данные, собранные гидрометрической вертушкой ГР-21М, а также авторская база данных «Гидрологические характеристики малых водотоков территории Республики Татарстан для обеспечения количественного учета водных ресурсов», содержащая многолетний ряд ежедневных данных гидрологического поста № 76705 Мензеля – Шарлиарема в Сармановском м.р. РТ, послужили основными данными для дальнейшей статистической обработки и расчета гидрологических характеристик [2]. В программе для работы с базой данных [3], упомянутой ранее, также созданной авторами, осуществим расчет эмпирической кривой обеспеченных расходов воды по формуле Трехпараметрического гамма-распределения (формула Крицкого–Менкеля), логарифмически нормального распределения и распределения со степенной (1/3) нормализацией [4, 5]. Интенсивность подземного питания и высота слоя стока рассчитаны по общепринятым в гидрологии формулам на частный бассейн каждого притока основной реки.

Картографические материалы выполнены в специализированном Программном обеспечении (ПО) QGIS 3.14, позволяющем графически отобразить пространственные закономерности распределения гидрологических характеристик по всей длине р. Мензеля от истока к устью. Выбранный способ отображения информации – метод количественного фона и ранжирование показателей с небольшим шагом, отображающие вычисленные данные на модели земной плоскости, способствует визуальному восприятию численных значений сильнее, чем многостраничные таблицы. Языком географии, как известно, является карта [6].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате математико-статистической обработки данных исследования 2023 г. получены ведомости измеренных расходов по длине р. Мензеля и всех ее притоков. Вычислены переходные коэффициенты по по-

сту Мензеля – Шарлиарема, и по расчетным данным составлена ведомость обеспеченных расходов воды (50%, 75% и 95%), позволившая сделать вывод, что сток межени 50% обеспеченности у р. Мензеля и ее притоков низкий. В истоках реки Ургуда, Игана и их небольшие притоки часто пересыхают (расход показан как отрицательное число). Очень низкие меженные расходы воды

также в реках Мазинка и Ашпалинка. Исключительно важная роль в режиме рек принадлежит подземному питанию, поддерживающему наличие речной воды в период межени; выражается модулем подземного стока или его интенсивностью, определяемой в литрах в секунду с квадратного километра частного водосбора (л/сек*км²) [7, 8].

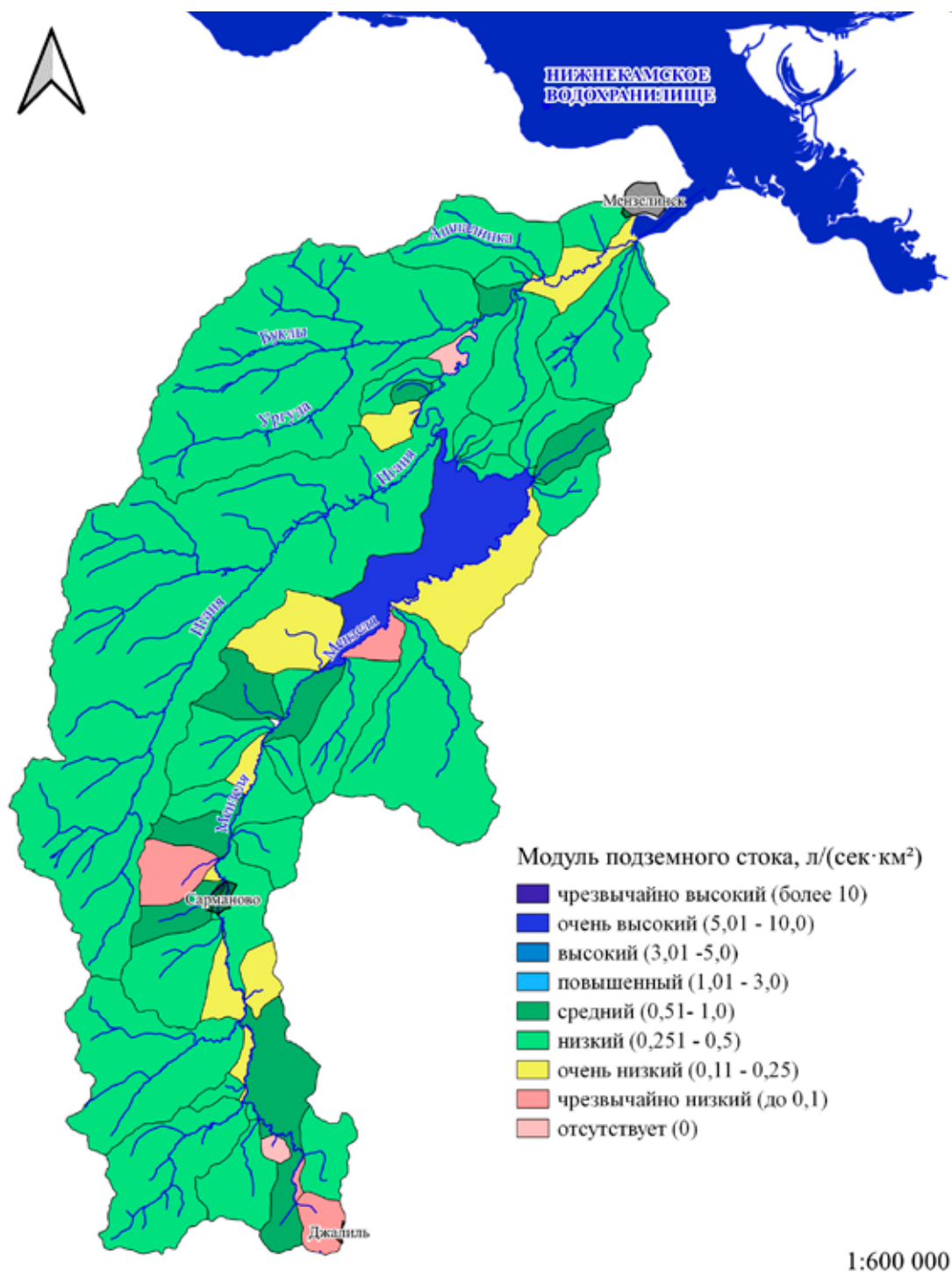


Рис. 1. Модуль подземного питания обследованных рек

В данной работе подземное питание рек рассчитывалось отношением приращения расхода воды на частном водосборе (водосборы притоков и межприточных участков) к площади водосбора того же участка или делением устьевого расхода притока на площадь водосбора.

На основании вычисленных величин модулей подземного питания для элементарных бассейнов составлена картосхема интенсивности подземного питания. Легенда выбиралась с таким расчетом, чтобы показать всю гамму переходов от самых низких значений модуля до максимально высоких. Это позволяет выявить региональную зависимость подземного питания от геологических и тектонических структур. Картосхема интенсивности подземного питания обследованных рек, выраженная в модуле подземного стока, представлена на рисунке 1.

Интенсивность подземного питания на большей части бассейна р. Мензеля имеет низкие значения (до 0,5 л/сек*км²). Лишь в среднем течении р. Мензеля значения повышаются до 10 л/сек*км², что говорит о существенной грунтовой питании в данном межприточном бассейне. В верховьях р. Мензеля, в двух бассейнах чрезвычайная низка интенсивность подземного питания, что свидетельствует о глубоком залегании подземных вод [9].

Количественные показатели стока тесно связаны друг с другом, и изменение одних влечет за собой изменение других. Для перехода от одних характеристик стока к другим существуют формулы, отражающие зависимости слоя стока от модуля, объема стока от слоя и площади водосбора. Слой стока представляет собой количество воды, стекающей с водосбора за определенный промежуток времени, выраженное в виде слоя (в миллиметрах), равномерно распределенного по площади [10].

При расчетах по формулам точность и надежность полученных результатов зависят от достоверности исходных данных (морфометрических, метеорологических, гидрологических), на основе которых составлена эмпирическая формула. Самые надежные характеристики обеспечиваются наличием непосредственных наблюдений. Слой межженного стока различных обеспеченностей (50%, 75%, 95%) в бассейне р. Мензеля рассчитан на основе расходов воды, полученных по натурным измерениям 2023 г.

По рассчитанным величинам слоя межженного стока частных водосборов была

построена картосхема слоя межженного стока 50% обеспеченности (рис. 2).

Выделение территорий по величине межженного стока 50% производилось на основании двух принципов: ландшафтного и бассейнового. Применение ландшафтного принципа позволяет установить причинную связь между величиной слоя стока и географическим ландшафтом частных водосборов. Местные особенности в величине и развитии процесса стока определяются только подстилающей поверхностью. При выделении градаций районов неизбежна генерализация исходных данных, которая определяет возможность сочетания двух принципов. Привлекает внимание отличие градиентов значений слоя межженного стока вдоль реки. Слой межженного стока меняется, плавно уменьшаясь от истока к устью реки от 328–263–173 мм до 90 мм в устье р. Холодная и далее постепенно снижаясь до 19 мм в устье самой р. Мензеля. Это позволяет выделить 4 градации значений слоя стока: 0–20 мм, 20–40 мм, 40–60, более 60 мм. К первой группе территорий со слоем стока 0–20 мм относятся: нижнее течение р. Мензеля, где сформировался слой поверхностного стока 19–20 мм. На водосборах притоков рек Ургуда и Иганя, впадающих в нижнем течении р. Мензеля, слой стока также составляет 10–14 мм (водосбор р. Иганя) и 0–1 мм (водосбор р. Ургуда). В истоках этих притоков отмечены отрицательные значения слоя стока, что говорит о нехватке поверхностного притока, приводящего к пересыханию верховьев этих двух притоков. К этой же группе территорий с маленьким слоем межженного стока можно отнести р. Мазинка (0–1 мм слоя по всему бассейну). По своим морфометрическим параметрам (длина, площадь водосбора) р. Мазинка (правый приток) больше, чем р. Ашпалинка (левый приток). Но на водосборе р. Ашпалинка сформировался слой стока в 22 мм, что позволяет отнести ее ко второй группе территорий со слоем стока 20–40 мм. Для объяснения этого явления необходим более детальный анализ физико-географических условий водосборов. Отметим лишь, что р. Ашпалинка, несмотря на меньшие размеры, получает и подземным путем больше воды, чем более крупная р. Мазинка. Модуль подземного питания р. Ашпалинка равен 0,3–0,9 л/сек*км², а у р. Мазинка – 0,02–0,06 л/сек*км². К этой же группе территорий относится и водосбор р. Иганя, где слой поверхностного стока составляет 10–14 мм.

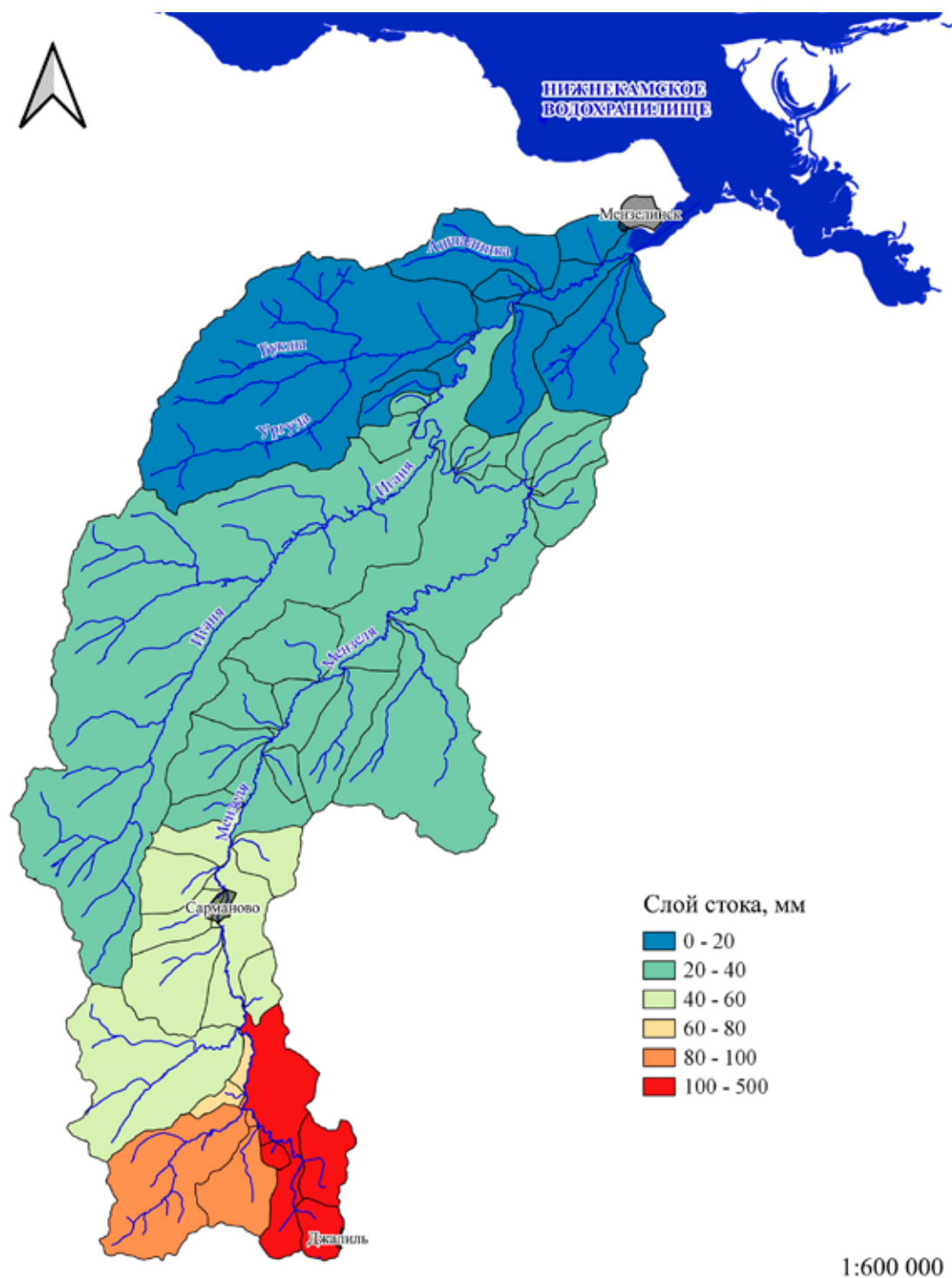


Рис. 2. Слой межennaleго стока 50% обеспеченности обследованных бассейнов

Третью группу территорий со слоем стока 40–60 мм составляют несколько частных бассейнов малых рек. Такой слой стока отмечен в верхнем течении р. Мензеля от 6-го до 12-го притока и на водосборах самих этих притоков. К четвертой группе территорий со слоем стока более 60 мм относится лишь один

приток р. Мензеля – р. Холодная, слой стока на которой составляет 70–100 мм и более. Река Холодная является 5-м левым притоком р. Мензеля, и выше ее по течению (до истока р. Мензеля) слой стока очень высокий (более 100 мм). Связано это с небольшими величинами площадей частных водосборов.

Доля меженного стока в годовом стоке изучаемых рек

Площадь водосбора, км ²	Измеренный меженный расход в устье, м ³ /сек	Слой стока за межень, мм	Объем стока за межень, млн м ³	Слой половодья, мм	Объем стока за половодье, млн м ³	Объем стока за год, млн м ³	Доля меженного стока в годовом стоке, %
Река Мензеля							
2075,3	1,24	19	39,4	80	166,0	205,4	19,2
Река Холодная							
72,8	0,163	71	5,2	110	8,0	13,2	39,4
Река Игана							
507,5	0,218	14	7,1	80	40,6	47,7	14,9
Река Ургуда							
326,6	0,010	1	0,3	90	29,4	29,7	1,0
Река Ашпалинка							
42,6	0,030	22	0,9	90	3,8	4,7	19,1
Река Мазинка							
61,2	0,001	1	0,1	70	4,3	4,4	2,3

Характеристики стока р. Мензеля получены в период летней межени, в течение которой сток отличается наибольшей устойчивостью во времени и высокой изменчивостью в пространстве как по величине, так и по условиям происхождения. Все расчеты расходов воды, слоя и модуля стока по длине реки и ее притоков произведены для августа – наиболее маловодного месяца года. Для расчета объема весеннего стока изучаемых рек и определения доли стока межени в годовом стоке данных бассейнов использованы величины весеннего стока (таблица).

Доля меженного стока, формируемая в основном подземной составляющей, для бассейна р. Мензеля колеблется от 1,0 до 39,4%. В питании почти всех обследованных рек в большей части задействован поверхностный сток, проходящий в период весеннего половодья. Наименьшая доля меженного стока (1,0%) в годовом стоке отмечена у р. Ургуда, наибольшая – у р. Холодная (39,4%).

По степени преобладания того или иного вида питания приняты три градации. Если один из видов питания дает более 80% годового стока реки, говорят об «почти исключительном» значении данного вида питания. Если данный вид питания преобладает от 50 до 80% стока, то этому виду питания придается наименование «преимущественно». Если же ни один из видов питания не дает больше 50% годового стока, то такое питание называют смешан-

ным. Таким образом, речная сеть бассейна р. Мензеля характеризуются смешанным типом питания.

Заключение

По результатам измеренных расходов воды, вычисленных гидрологических характеристик р. Мензеля имеет восточноевропейский тип водного режима, характеризующийся высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью, редким повышением уровня воды в осенний период, смешанным типом питания. По показателю «интенсивность подземного питания» бассейн р. Мензеля имеет низкие значения, что говорит о преимущественно поверхностном питании, что подтверждается высоким слоем стока в верхнем течении реки.

Список литературы

1. Вильданов И.Р. Поверхностные воды Бугульминско-Белебеевской возвышенности // Инновационная наука. 2016. № 12-4. С. 90-92.
2. Рыков Р.А., Семанов Д.А., Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Горбунова В.П. База данных «Гидрологические характеристики малых водотоков территории Республики Татарстан для обеспечения количественного учёта водных ресурсов» // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623266 РФ. Правообладатель ГНБУ «АН РТ». Заявлено 23.11.2022, опубликовано 06.12.2022.
3. Рыков Р.А., Семанов Д.А., Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Горбунова В.П. Программа для работы с базой данных «Гидрологические характеристики малых водотоков территории Республики Татарстан для обеспечения количественного учёта водных ресурсов» // Свидетельство о государственной регистрации программы для

ЭВМ № 2022684094 РФ. Правообладатель ГНБУ «АН РТ». Заявлено 23.11.2022, опубликовано 12.12.2022.

4. Сикан А.В. Методика построения усеченных кривых обеспеченностей при расчете минимальных расходов и уровней воды // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2014. № 37. С. 19-27.

5. Губарева Т.С. Типы распределений при оценке экстремальных паводков // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2010. № 5. С. 446-457.

6. Урбанова О.Н. Горшкова А.Т. Бортникова Н.В. Семанов Д.А. Рыков Р.А. Горбунова В.П. Анисимова Л.Г. Пути создания гидрологических карт Тукаевского муниципального района Республики Татарстан // Успехи современного естествознания. 2023. № 7. С. 121-127. DOI: 10.17513/use.38081.

7. Курбанова Л.М., Базманова П.М. Роль подземных вод в питании рек Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 4 (83). С. 22-27.

8. Поздняков С.П., Гриневский С.О., Дедюлина Е.А., Самарцев В.Н. Модельный анализ наблюдаемых и прогнозных климатических изменений инфильтрационного питания подземных вод в бассейне малой реки // Вестник Московского университета. Серия: Геология. 2019. № 3. С. 78-86.

9. Ибрагимов Р.Л., Покровский В.А. Прогнозная оценка распространения пресных подземных вод в Восточной части Татарстана // Георесурсы. 2013. № 1 (51). С. 33-35

10. Пономаренко Т.С., Бреева А.В., Ковалев С.В. Особенности определения гидрологических характеристик водотоков бассейна реки Кубани при отсутствии данных наблюдений // Экология и водное хозяйство. 2020. № 3 (6). С. 109-121. DOI: 10.31774/2658-7890-2020-3-110-121.