

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водные ресурсы, водообеспеченность, озерный фонд, зона недостаточного увлажнения, регионы водного дефицита.

По объемам водных ресурсов Российская Федерация считается одной из наиболее обеспеченных стран мира, причем как по речному стоку, так и по запасам озерных вод. Согласно [1], возобновляемые водные ресурсы страны (включающие речной сток с его подземной составляющей) составляют 4 324 км³/год. Наряду с этим в озерах содержится ~25 855 км³ пресной воды [2], т. е. более четверти от общих мировых запасов пресных озерных вод (91 000 км³), если ориентироваться на [3]. Без учета российской части акватории Каспийского моря еще ~55 км³ озерных вод имеют повышенную минерализацию. Однако, несмотря на огромные суммарные водные ресурсы, для России характерна значительная неравномерность их распределения по территории. Как результат, целый ряд регионов характеризуется низкой водообеспеченностью, обусловленной как физико-географическими факторами, так и спецификой расселения и хозяйственного освоения территории страны.

Несмотря на то что проблемы водоснабжения, прежде всего, решаются за счет ресурсов речного стока, озерные воды широко используются в целом ряде регионов, от северных территорий, где они являются основным источником питьевого водоснабжения, до аридных областей, где при дефиците поверхностного стока изымаются на сельскохозяйственные и промышленные нужды. При этом, в силу своей замедленной возобновляемости, озерные воды оказываются более чувствительными к нарушениям естественного гидрологического цикла, вызываемым активной антропогенной деятельностью, их чрезмерная эксплуатация быстро сказывается как на качестве, так и на объемах водных ресурсов. В рамках данной работы проанализирована водообеспеченность Российской Федерации за счет ресурсов речных и озерных вод. На основе полученных данных выделены регионы наибольшего водного дефицита, а также оценен их озерный фонд.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Важной характеристикой, используемой при анализе распределения водных ресурсов по территории, является удельная душевая водообеспеченность, под которой принимают количество водных ресурсов, приходящихся на одного жителя. В отличие от суммарного значения водных ресурсов, значения водообеспеченности, полученные с учетом количества проживающего в регионе населения, позволяют лучше характеризовать наличие водного дефицита. Поскольку среди всех видов мировых водных ресурсов наиболее удобными для хозяйственного использования являются возобновляемые (ресурсы речного стока), изначально понятие удельной

водообеспеченности было разработано для их характеристики. Различными авторами расчет водообеспеченности административных территорий за счет возобновляемых водных ресурсов производился либо для величин местного, либо для величин суммарного стока (местный сток + приток из пограничных территорий). В первом случае очевидно занижение величин водообеспеченности, поскольку практически всегда, хотя бы частично, используется вода, поступающая с соседних территорий, во втором случае явно ее завышение, т. к. притекающая вода принадлежит и соседним территориям. Альтернативный вариант был предложен в работе [4], где расчет удельной водообеспеченности ориентирован на величину местных водных ресурсов, суммированную с половиной притока пресной воды, поступающей из соседних территорий. В дальнейшем такой подход получил широкое распространение как для региональных [1], так и глобальных [3, 5, 6] оценок. В рамках данной статьи при оценке современной водообеспеченности административных образований Российской Федерации применен именно такой подход. Однако представляет интерес также рассчитать и удельную водообеспеченность регионов, полученную исключительно за счет ресурсов стока местного формирования, величина которой в большей степени обусловлена физико-географическими условиями.

В ситуации значительного водозабора на хозяйственные нужды выделяется потенциальная и реальная удельная водообеспеченность, при расчете последней учитываются безвозвратные изъятия части речного стока. Российская Федерация, в сравнении с другими экономически развитыми странами, характеризуется относительно низкими значениями общего и безвозвратного водозабора. Согласно [7], общий безвозвратный расход в России составляет лишь 0,3 % остаточного полного речного стока и 0,8 % остаточного устойчивого стока. В связи с этим величины потенциальной и реальной удельной водообеспеченности для большинства субъектов Федерации почти совпадают.

Наряду с удельной водообеспеченностью возобновляемыми водными ресурсами на основе аналогичного подхода в рамках данного исследования рассмотрена и удельная водообеспеченность территории страны за счет статических поверхностных водных ресурсов, содержащихся в озерах и водохранилищах. Для расчетов удельной душевой водообеспеченности использовались данные по водным ресурсам озер, полученные в ИНОЗ РАН [2], тогда как по ресурсам речного стока (как местного, так и притока из пограничных территорий) они были заимствованы из работы Государственного гидрологического института [1]. Сведения по численности населения взяты из материалов Федеральной службы государственной статистики за 2018 г. [8]. Для сопоставимости данных удельная душе-

вая водообеспеченность ресурсами вод озер и водохранилищ приведена в тыс. м³/чел., тыс. м³/км², аналогичных душевой водообеспеченности, рассчитанной с учетом возобновляемых водных ресурсов (тыс. м³/чел. год, тыс. м³/км² год). Озерные водные ресурсы вычислялись как осредненные за начало XXI в. объемы воды, заключенной во все водоемы естественного и искусственного происхождения. Возобновляемые водные ресурсы оценивались как осредненные за определенный промежуток времени (с 1930 по 2005 гг.) объемы воды [1], протекающей по русловой сети за годовой интервал времени. Градации водообеспеченности приняты согласно [4]:

- удельная водообеспеченность выше 20 тыс. м³/чел. год – очень высокая;
- удельная водообеспеченность от 10 до 20 тыс. м³/чел. год – высокая;
- удельная водообеспеченность от 5 до 10 тыс. м³/чел. год – средняя;
- удельная водообеспеченность от 2 до 5 тыс. м³/чел. – низкая;
- удельная водообеспеченность от 1 до 2 тыс. м³/чел. год – очень низкая;
- удельная водообеспеченность < 1 тыс. м³/чел. год считается катастрофически низкой.

ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Согласно проведенной оценке, в конце 2010-х годов удельная водообеспеченность за счет ресурсов речного стока в среднем по стране составляла ~27,6 тыс. м³/чел. год и относилась к категории «очень высокая». Если ориентироваться на оценку возобновляемых водных ресурсов мира [3], она почти в пять раз превышала среднюю по планете Земля. На каждого жителя России также приходится ~176 тыс. м³ озерных вод. Однако, при высоких средних значениях, целый ряд регионов ощущает значительные проблемы с водоснабжением.

По данным Атласа мирового водного баланса [9], почти 1/5 площади Российской Федерации занимает зона недостаточного увлажнения, в пределах которой величина испаряемости (Е) в среднем за год превышает количество выпадающих атмосферных осадков (R), т. е. коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову ($K_y = \frac{R}{E}$) не превышает 1,0 [10]. В силу низкой увлажненности такие регионы характеризуются и ограниченными ресурсами речного стока местного формирования. Коэффициенты стока (отношение величины слоя стока с данной площади за определенный промежуток времени к величине атмосферных осадков, выпадающих на нее за тот же период), обычно не превышают здесь 0,2, причем сток чаще всего привязан к периоду весеннего половодья или периодическим паводкам. Для регионов недостаточного увлажнения количество выпадающих за год атмосферных осадков приблизительно равно величине испаряемости ($K_y \approx 1$), коэффициенты

стока составляют 0,2–0,4. Превышение выпадающих атмосферных осадков над величиной испаряемости ($K_y > 1$) наблюдается в регионах избыточного увлажнения (тундра, лесотундра, тайга), где коэффициенты стока достаточно высокие – $> 0,4$.

В Российской Федерации в пределах зоны недостаточного увлажнения проживает более 40 % населения, большая часть которого сконцентрирована на юге европейской части России, где дефицит водных ресурсов наиболее выражен. Значительная часть зоны недостаточного увлажнения приходится и на слабо населенную азиатскую часть страны. Наибольшая плотность населения в пределах азиатской части России наблюдается на юге Западной Сибири, а также в Байкальском регионе, где проблемы водообеспечения существенно обостряются в маловодные периоды. Засушливые регионы Среднесибирского плоскогорья заселены слабо, так что даже при ограниченных водных ресурсах нагрузка на них небольшая.

Высокая плотность населения характерна для центральной части Русской равнины, расположенной преимущественно в зоне достаточного увлажнения. Антропогенный пресс на ее водные ресурсы велик, и обеспеченность водой жителей целого ряда субъектов Федерации не превышает 5 тыс. м³/чел. год (т. е. относится к категории «низкая»), даже при расчете удельной душевой водообеспеченности с учетом половины притекающих вод. Таким образом, по значениям удельной водообеспеченности целый ряд регионов центра европейской части России приближается к странам Центральной Европы, в которых в силу высокой плотности населения, она или «низкая» или «очень низкая» [3], несмотря на то что страны расположены в зоне достаточного увлажнения.

Результаты оценки удельной душевой водообеспеченности, проведенной по всем субъектам Российской Федерации, как с учетом ресурсов речного стока, так и за счет вод озер и водохранилищ, приведены в таблице.

Для большинства регионов, расположенных в пределах зоны недостаточного увлажнения, характерны низкие коэффициенты удельной душевой водообеспеченности, рассчитанные с учетом стока рек местного формирования. При этом многие из этих регионов характеризуются значительными величинами транзитного стока (рис. 1). В этом случае, с учетом половины притока, удельная водообеспеченность таких территорий, особенно при их слабой населенности, может быть выше на порядок и даже более (рис. 2). К примеру, в пределах российской Азии лишь два субъекта Федерации на юге Западной Сибири характеризуются «низкой водообеспеченностью» (2–5 тыс. м³/чел. год), рассчитанной с учетом половины притока, один субъект – «средней» (5–10 тыс. м³/чел. год), в то время как с учетом только вод местного формирования – четыре и три субъекта Федерации соответствен-

Таблица. Удельная водообеспеченность Российской Федерации, конец 2010-х гг.

Table. Water availability of the Russian Federation, late 2010 s

Субъект Российской Федерации	Удельная душевая водообеспеченность (м ³ /тыс. чел. год) за счет ресурсов			
	стока местного формирования	местного стока и половины притока*	озерных вод	вод озер и водохрани- лищ
Мурманская область	73,9	82,2	74,8	83,7
Республика Карелия	82,8	84,8	1442	1451
Архангельская обл.	126	213	9,54	9,63
Ненецкий авт. округ	1352	3157	230	230
Республика Коми	186	194	5,41	5,44
Санкт-Петербург и Ленинградская обл.	3,29	8,11	46,9	47,2
Псковская обл.	18,4	19,1	28,0	28,3
Новгородская обл.	22,7	30,2	10,1	10,3
Вологодская обл.	33,1	37,4	13,5	24,4
Калининградская обл.	2,34	12,6	0,33	0,38
Тверская обл.	13,6	16,8	3,55	5,68
Ярославская обл.	5,46	17,0	0,55	16,1
Костромская обл.	25,3	55,3 (55,2)	0,32	3,69
Ивановская обл.	4,37	31,2	0,06	3,26
Владимирская обл.	3,50	15,2	0,09	0,15
Москва и Московская обл.	0,43	0,71 (0,67)	0,01	0,08
Смоленская обл.	10,8	13,0 (12,9)	0,30	1,45
Калужская обл.	5,27	8,40	0,02	0,11
Тульская обл.	2,59	4,93 (4,87)	0,002	0,17
Рязанская обл.	4,91	14,4	0,20	0,38
Тамбовская обл.	3,53	3,79 (3,75)	0,01	0,38
Липецкая обл.	2,33	3,90 (3,85)	0,01	0,24
Орловская обл.	4,60	5,05 (5,02)	0,002	0,13
Брянская обл.	4,40	5,32 (5,30)	0,02	0,15
Курская обл.	3,21	3,23 (3,13)	0,02	0,41
Белгородская обл.	1,62	1,68 (1,60)	0,001	0,20
Воронежская обл.	1,41	3,62 (3,56)	0,02	0,24

Продолжение таблицы

Субъект Российской Федерации	Удельная душевая водообеспеченность (м ³ /тыс. чел. год) за счет ресурсов			
	стока местного формирования	местного стока и половины притока*	озерных вод	вод озер и водохранилищ
Республика Башкортостан	6,47	7,75 (7,67)	0,21	0,79
Кировская обл.	22,5	27,9	0,09	0,32
Республика Марий Эл	5,75	86,9	0,20	13,2
Республика Мордовия	4,03	5,19 (5,16)	0,04	0,16
Нижегородская обл.	3,73	18,8	0,08	0,80
Оренбургская обл.	3,70	5,17 (5,11)	0,04	1,92
Пензенская обл.	3,88	4,14	0,01	0,57
Пермский край	18,9	20,6	0,06	8,43
Самарская обл.	1,44	39,3 (39,2)	0,06	4,12
Саратовская обл.	2,21	51,9 (51,8)	0,02	8,83
Республика Татарстан	2,19	31,9	0,04	7,45
Республика Удмуртия	5,88	24,9 (24,8)	0,01	0,47
Ульяновская обл.	3,97	98,2	0,01	16,7
Республика Чувашия	2,44	50,6	0,004	1,71
Ростовская обл.	0,81	3,39 (3,17)	0,06	2,38
Республика Адыгея	5,78	18,4	0,01	6,74
Краснодарский край	2,87	3,61	0,02	0,18
Волгоградская обл.	1,90	52,8 (52,7)	0,05	14,6
Республика Калмыкия	5,08	5,49 (4,55)	0,07	7,92
Астраханская обл.	0,01	121	0,46	0,49
Севастополь и Республика Крым	0,43	0,43 (0,37)	0,001	0,17
Ставропольский край	0,28	1,17 (0,74)	0,002	0,55
Республика Дагестан	2,74	4,94 (4,36)	0,005	1,18
Чеченская Республика	1,51	4,48 (4,20)	0,04	0,05
Республика Ингушетия	1,25	2,54 (2,32)	0,000	0,004
Республика Северная Осетия	5,47	8,14 (8,12)	0,0001	0,05
Кабардино-Балкарская Республика	3,35	5,98 (5,58)	0,01	0,06
Республика Карачаево-Черкесская Республика	13,5	13,5 (13,4)	0,02	1,03

Продолжение таблицы

Субъект Российской Федерации	Удельная душевая водообеспеченность (м ³ /тыс. чел. год) за счет ресурсов			
	стока местного формирования	местного стока и половины притока*	озерных вод	вод озер и водохрани- лищ
Ямало-Ненецкий АО	381	736	108	108
Ханты-Мансийский АО	77,8	155 (153)	21,6	21,6
Тюменская обл. (собственно)	8,12	90,3	2,78	2,79
Свердловская обл.	7,37	7,52	0,48	0,89
Челябинская обл.	2,04	2,16	1,97	2,88
Курганская обл.	1,22	2,82	4,45	4,58
Омская обл.	2,86	11,2	0,87	0,89
Новосибирская обл.	2,07	11,9	0,51	3,48
Алтайский край	8,24	15,6	0,40	0,97
Томская обл.	53,6	107	2,89	2,91
Кемеровская обл.	14,9	15,3	0,08	0,32
Республика Алтай	155	155	188	188
Республика Хакасия	37,4	110	1,77	32,9
Республика Тыва	124	137	42,7	54,9
Иркутская обл.	73,1	102	3308	3407
Красноярский край	256	293	150	226
Республика Бурятия	77,4	89,0	15922	15922
Забайкальский край	64,7	69,5	3,99	4,08
Амурская обл.	106	158	0,51	98,4
Еврейская АО	44,2	668	0,55	0,61
Приморский край	21,5	22,9	7,64	7,75
Сахалинская обл.	119	119	8,62	8,82
Хабаровский край	183	276	6,23	14,4
Магаданская обл.	817	828	19,2	120
Камчатский край	842	847	120	120
Чукотский АО	3625	3760	697	697
Республика Саха	588	761	141	183

Примечание: * – в скобках приведены значения реальной водообеспеченности в тех регионах, где ее значения с учетом точности до третьего знака отличаются от потенциальной.

но. При этом локальные проблемы с водообеспечением экономики юга Западной Сибири хорошо известны. Кроме того, все субъекты Федерации, расположенные на юге Восточной Сибири, в силу относительно низкой населенности территорий и значительных ресурсов речного стока характеризуются как высоко обеспеченные водными ресурсами. Однако проблемы водоснабжения здесь не только присутствуют, но и в годы низкой водности требуют своего решения на государственном уровне.

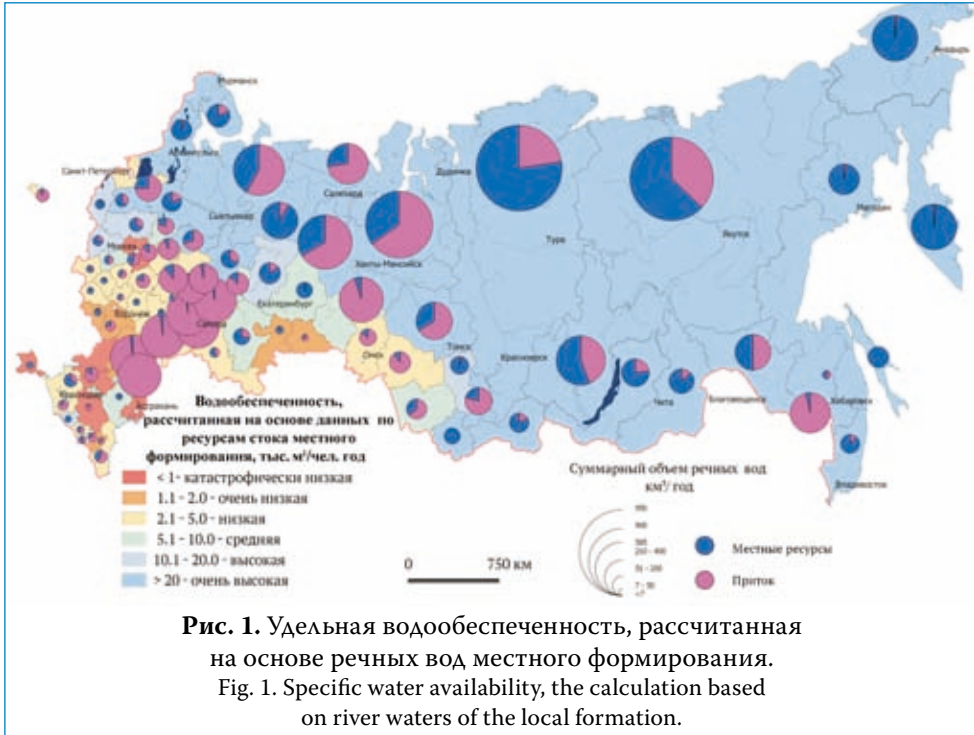


Рис. 1. Удельная водообеспеченность, рассчитанная на основе речных вод местного формирования.
Fig. 1. Specific water availability, the calculation based on river waters of the local formation.

Необходимо подчеркнуть, что в регионах недостаточного увлажнения при их относительно низкой населенности и наличии транзитного стока, значения душевой водообеспеченности, рассчитанной с учетом половины притока, могут не отражать локальные проблемы водоснабжения. Еще один яркий пример, уже в европейской части России – Волгоградская и Астраханская области. Удельная водообеспеченность, рассчитанная с учетом половины притока, для обеих областей относится к категории «очень высокой», с учетом только вод местного формирования – к «очень низкой» и «катастрофически низкой». Основная часть промышленных центров концентрируется вдоль русла Волги, по мере удаления от которого резко проявляется водный дефицит.

Таким образом, при выделении регионов реального водного дефицита недостаточно ориентироваться на значения удельной душевой водообеспечен-



ности, рассчитанной с учетом половины притока, необходимо учитывать и водообеспеченность, определяемую за счет вод местного формирования.

В настоящее время даже с учетом половины притока субъектами Федерации с «катастрофически низкой» удельной водообеспеченностью являются Севастополь и Республика Крым (~0,4 тыс. м³/чел. год), Москва и Московская область (~0,7 тыс. м³/чел. год), в которых суммарно проживает 23,6 млн чел. Из-за чрезмерной концентрации населения в столичном регионе проблемы водоснабжения уже не одно десятилетие решаются за счет использования водохранилищ, построенных как в Московской, так и в смежных с ней областях. «Очень низкой» удельной водообеспеченностью характеризуются Ставропольский край и Белгородская область, где суммарно проживает ~4,4 млн чел. «Низкая» удельная водообеспеченность отмечена в Челябинской, Курганской, Курской, Ростовской, Воронежской, Тамбовской, Липецкой, Пензенской и Тульской областях, Краснодарском крае, Республике Ингушетия, Чечне и Дагестане. Общая численность населения этих 13 субъектов Федерации составляет 27,6 млн чел.

Суммарно в регионах с душевой водообеспеченностью менее 5 тыс. м³/чел., рассчитанной с учетом половины притока, на площади 782 тыс. км² (4,5 % площади страны) проживает 55,6 млн чел., т. е. 38 % населения

России. Большинство субъектов Федерации, характеризующихся низкой водообеспеченностью, расположены в пределах Центрального и Северо-Кавказского федеральных округов, так что даже средняя для этих округов удельная водообеспеченность относится к категории «низкая» (2,6 и 3 тыс. м³/чел. год соответственно).

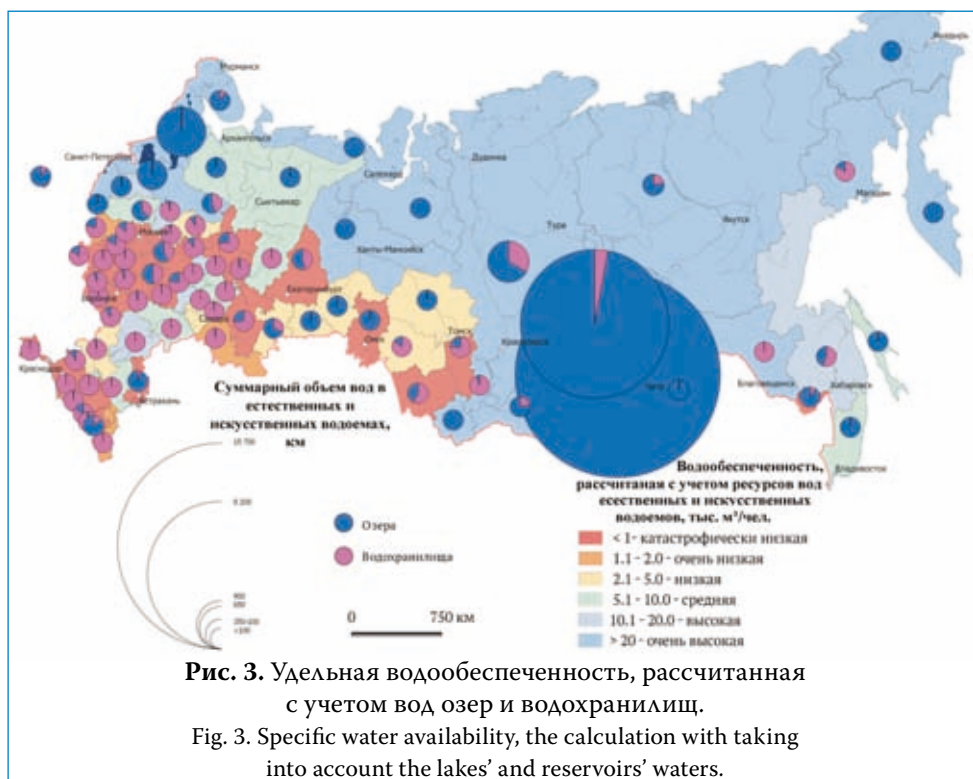
Как уже отмечалось, необходимо учитывать, что значительные проблемы с водоснабжением возникают и в субъектах Федерации, удельная душевая водообеспеченность которых с учетом половины притока характеризуется как «средняя» или даже «высокая», в то время как ресурсы местного стока недостаточны. Транзитный сток лишь частично решает проблемы водных ресурсов. К таким регионам, прежде всего, относятся Астраханская, Самарская и Волгоградская области, где удельная водообеспеченность, рассчитанная с учетом только ресурсов местного стока, не превышает 2 тыс. м³/чел. год. В Новосибирской, Саратовской, Калининградской, Омской областях, Республике Татарстан и Чувашии душевая водообеспеченность, рассчитанная с учетом ресурсов стока местного формирования, составляет от 2 до 3 тыс. м³/чел. год. Суммарная численность населения, проживающего в перечисленных регионах, около 20 млн чел.

Еще в 10 субъектах Федерации – Санкт-Петербурге и Ленинградской области, Владимирской, Оренбургской, Нижегородской, Ульяновской, Брянской, Орловской областях, Кабардино-Балкарии и Мордовии с суммарным населением около 17 млн чел. удельная душевая водообеспеченность за счет ресурсов местного стока не превышает 5 тыс. м³/чел. год. Для Ленинградской области пониженная в силу высокой плотности населения водообеспеченность возобновляемыми водными ресурсами компенсируется высокой обеспеченностью озерными водами. Ладожское озеро, содержащее 848 км³ пресной воды [11], активно рассматривается как альтернативный источник водоснабжения Санкт-Петербурга, причем актуальность данного вопроса определяется и тем фактом, что качество невской воды, используемой для водоснабжения города, в последние десятилетия резко ухудшилось. Остальные перечисленные субъекты Федерации не обладают столь значимыми озерными ресурсами. Большинство из них относится к зоне достаточного увлажнения и пониженная удельная душевая водообеспеченность определяется здесь не столько ограниченностью ресурсов поверхностного стока, сколько высокой плотностью населения.

Необходимо еще раз отметить, что проблемы с водными ресурсами могут наблюдаться и в малонаселенных регионах зоны недостаточного увлажнения, которые на настоящий момент характеризуются средними значениями удельной душевой водообеспеченности, как, например, Республика Калмыкия (численность населения ~273 тыс. чел., суммарный объем речных вод местного формирования – 1,4 км³).

Для большинства перечисленных субъектов Федерации, расположенных в пределах зоны недостаточного увлажнения и в густонаселенных регионах в пределах зон достаточного и избыточного увлажнения, характерны и невысокие значения удельной душевой водообеспеченности за счет ресурсов вод озер и водохранилищ (рис. 3). Однако есть целый ряд исключений, а значительные запасы воды могут находиться не только в искусственных, но и в естественных водоемах.

За счет создания искусственных водоемов на порядок увеличены статические запасы пресных поверхностных вод большинства областей, расположенных в центре европейской части России, а субъектов Федерации, расположенных вдоль русла Волги, – на два порядка. На юге воды водохранилищ играют важную роль в водообеспечении Ростовской области, Ставропольского края, Дагестана, Адыгеи, Калмыкии и Карачаево-Черкесии. Значительными запасами озерных вод обладают Челябинская, Новосибирская, Курганская и Омская области. Только в пресных озерах каждой из областей сосредоточено более 1 км³ воды. Таким образом, для характеризующихся низкой удельной душевой водообеспеченностью регионов представляется актуальным более подробно рассмотреть их озерный фонд.



ОЗЕРНЫЙ ФОНД РЕГИОНОВ НИЗКОЙ УДЕЛЬНОЙ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ

К регионам, испытывающим значительный водный дефицит, следует отнести все субъекты Федерации с низкими значениями удельной душевой водообеспеченности, рассчитанной с учетом половины притока, а также субъекты Федерации, расположенные в зоне недостаточного увлажнения и характеризующиеся пониженными значениями удельной душевой водообеспеченности при ее расчете с учетом только вод местного формирования. В большинстве этих регионов наблюдаются и невысокие запасы озерных вод. Поскольку при дефиците водных ресурсов любые дополнительные водозапасы представляются крайне ценными, оценка запаса пресных озерных вод весьма актуальна.

Согласно проведенной в ИНОЗ РАН новой оценке озерного фонда России [2], в пределах зоны недостаточного увлажнения находится ~40 000 естественных водоемов с площадями зеркала, превышающими 1 га. Наибольшей озерностью (средняя ~2 %) характеризуется юг Западной Сибири. Суммарная площадь шести субъектов Федерации, расположенных на юге Западной Сибири, удельная душевая водообеспеченность которых ресурсами речного стока местного формирования ниже 10 тыс. м³/чел. год, составляет более 800 тыс. км². На данной площади расположено ~20 000 озер (>1 га) с суммарной площадью водной поверхности более 16,7 тыс. км². Суммарная площадь водной поверхности искусственных водоемов ~2 тыс. км². Большинство озер характеризуется небольшими размерами, есть и крупные. Согласно проведенной оценке, запасы озерной воды в средний по водности год составляют здесь 30,8 км³, из которых более половины – пресные. При этом в 23 озерах с площадями зеркала более 50 км² сосредоточено около 10,2 км³ воды. Около 13 км³ воды заключено в искусственные водоемы. Численность озер по шести субъектам Федерации юга Западной Сибири, характеризующимся пониженной удельной водообеспеченностью, а также распределение запасов вод, содержащихся в озерах и водохранилищах, представлены на рис. 4. Характерной чертой юга Западной Сибири является значительное изменение уровней озер и, соответственно, площадей водной поверхности, а также объемов содержащихся в них вод как в течение года, так и в многолетнем разрезе.

На юге европейской части России площадь территорий, находящихся в пределах зоны недостаточного увлажнения, превышает 1,1 млн км². Количество расположенных здесь озер (площадью >1 га) составляет более 16 000, средняя естественная озерность (с учетом лагун и лиманов) ~0,5 %, средняя общая озерность (с учетом площади водохранилищ) ~1,5 %. Наряду с небольшими водоемами встречаются и достаточно крупные, однако и те, и другие отличаются крайне малыми глубинами. Значительная часть водоемов являются солоноватыми или солеными, в т. ч. наиболее крупные.

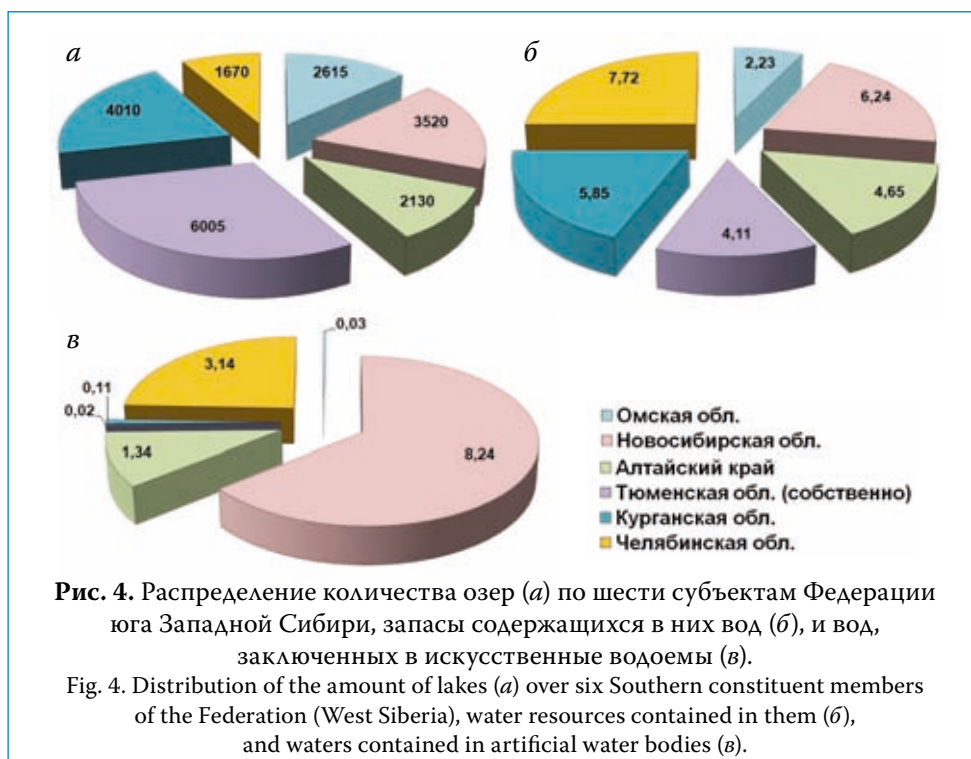


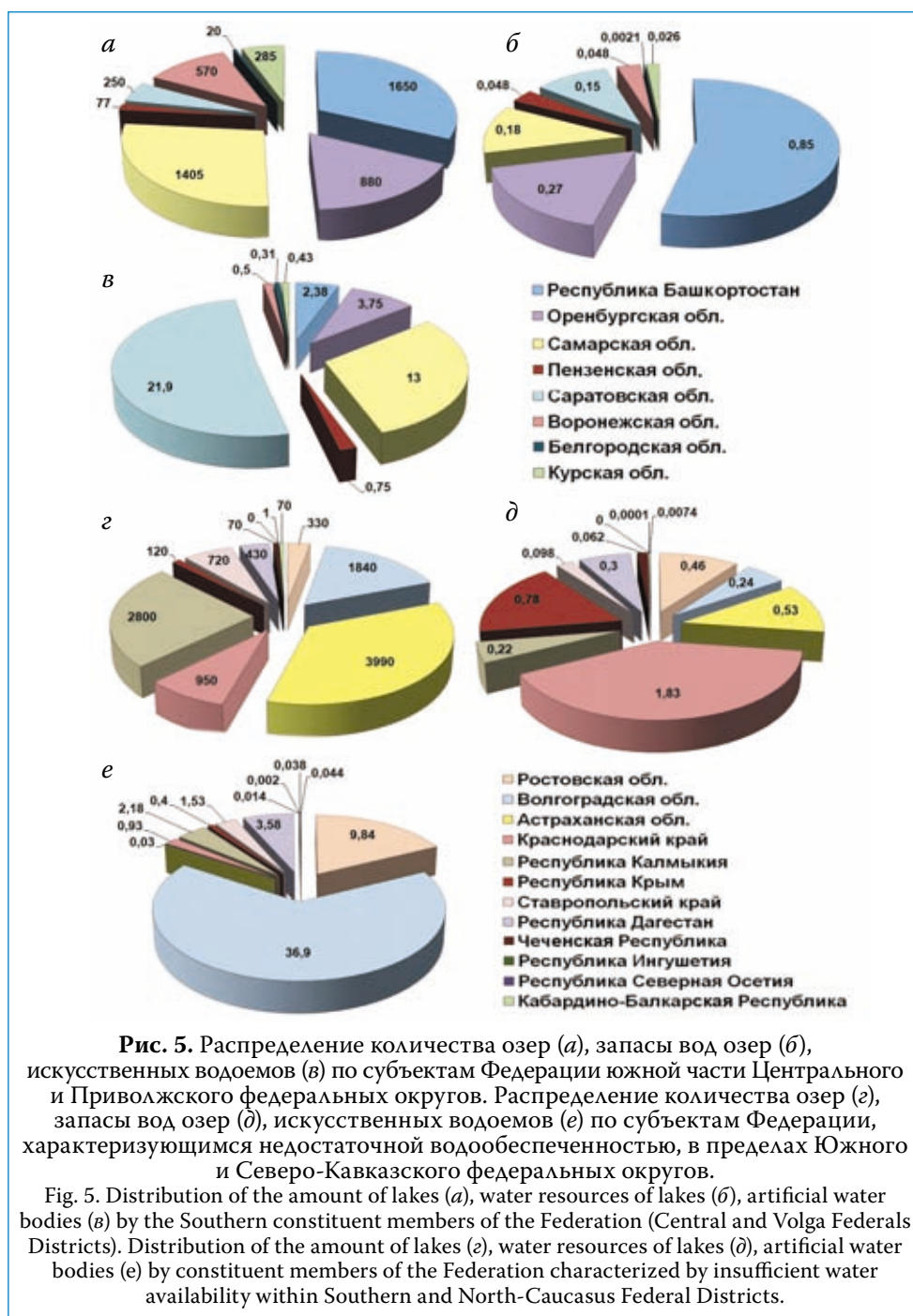
Рис. 4. Распределение количества озер (а) по шести субъектам Федерации юга Западной Сибири, запасы содержащихся в них вод (б), и вод, заключенных в искусственные водоемы (в).

Fig. 4. Distribution of the amount of lakes (a) over six Southern constituent members of the Federation (West Siberia), water resources contained in them (б), and waters contained in artificial water bodies (в).

Почти все пресноводные озера характеризуются небольшими размерами. На общем фоне резко вычленяется подрайон дельты Волги с избытием многочисленных стариц, култуков и ильменей, часть из которых превышает 5 км². Большинство водоемов дельты Волги заполнено пресными водами, лишь наиболее удаленные, утратившие питание волжскими водами, характеризуются повышенной минерализацией.

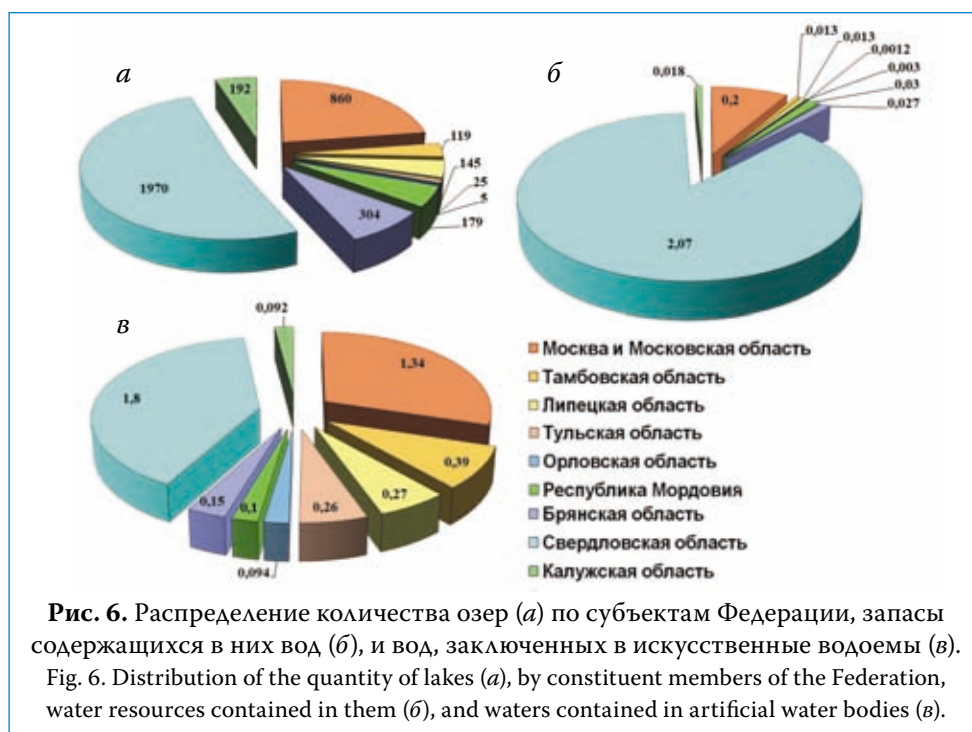
В озерах юга европейской части России сосредоточено ~6,1 км³ воды, из которых лишь ~2,2 км³ – пресные. Около 100 км³ пресной воды сохраняется в искусственных водоемах. Суммарная площадь водной поверхности всех озер в средний по водности год составляет 5,5 тыс. км², в т. ч. около 4 тыс. км² приходится на соленые озера. Суммарная площадь зеркала водохранилищ ~13,7 тыс. км². Численность озер по субъектам Федерации юга, характеризующихся пониженной удельной душевой водообеспеченностью, а также распределение запасов вод, содержащихся в озерах и водохранилищах представлены на рис. 5.

Среди регионов, расположенных в зоне достаточного увлажнения, значения удельной душевой водообеспеченности, рассчитанной с учетом половины притока, не превышают 5 тыс. м³/чел. год в пяти субъектах Федерации.



В двух субъектах с населением около 20 млн чел. водообеспеченность относится к категории «катастрофически низкая», в трех с населением чуть менее 4 млн чел. – «низкая». Еще в пяти субъектах Федерации с населением более 8 млн чел. удельная водообеспеченность не превышает 10 тыс. м³/чел. год.

В озерах зоны достаточного увлажнения, характеризующихся пониженной удельной душевой водообеспеченностью (<10 тыс. м³/чел. год), суммарно содержится ~2,4 км³ воды. Около 4,5 км³ пресной воды сохраняется в искусственных водоемах. Суммарная площадь водной поверхности всех озер составляет ~1 тыс. км², водохранилищ ~2,5 тыс. км². Численность озер по субъектам Федерации, а также распределение запасов вод, содержащихся в озерах и водохранилищах, представлены на рис. 6.



Говоря о значимых ресурсах вод, содержащихся в озерах, необходимо также иметь ввиду, что в последние полстолетия в центре и на юге европейской части России наблюдается постепенное сокращение фонда естественных водоемов. Активизация антропогенного воздействия вместе с масштабным гидростроительством, изменившим систему дренажа, практически полное исчезновение естественных ландшафтов, разбор вод на различные нужды привели к сокращению площадей озер и исчезновению некоторых малых водоемов, которое для ряда речных бассейнов составило до 20 % и более [12].

В сравнении с искусственными водоемами, озерные экосистемы схожего размера обычно характеризуются большим видовым разнообразием и большей степенью устойчивости к загрязнениям, искусственные водоемы чаще всего не могут заменить естественные в качестве среды обитания редких видов. В связи с этим, использование озер как источника дополнительных водных ресурсов в регионах водного дефицита должно быть тщательно обосновано.

ВЫВОДЫ

В настоящее время в регионах с низкой и средней удельной душевой водообеспеченностью, рассчитанной на основе данных о среднегодовом стоке, проживает почти 60 % населения, в т. ч. около 20 % – в регионах, где водообеспеченность характеризуется как «очень низкая» и «катастрофически низкая». Большая часть регионов, в той или иной мере испытывающих водный дефицит, относится к зоне недостаточного увлажнения. Однако и ряд регионов зоны достаточного увлажнения в силу высокой населенности также характеризуется низкими значениями удельной водообеспеченности.

Большинство регионов с низкой и средней удельной душевой водообеспеченностью обладают значительными запасами воды, содержащейся в искусственных водоемах. Кроме того, ряд регионов имеет и большие запасы озерных вод. Согласно проведенной оценке, в озерах, расположенных в зонах недостаточного увлажнения, характеризующихся пониженной удельной водообеспеченностью, суммарно содержится ~37 км³ воды, в т. ч. ~20 км³ – пресной, в водохранилищах – еще 113 км³. В зоне достаточного увлажнения в озерах регионов с пониженной удельной водообеспеченностью содержится ~2,4 км³ пресной воды, в водохранилищах ~4,5 км³.

Благодаря значимым характеристикам озерного фонда, озерные воды могут играть важную роль в водоснабжении населения и экономики регионов водного дефицита. Однако в силу замедленной возобновляемости их использование требует тщательного обоснования, т. к. нерациональное использование озерных вод быстро приводит к неблагоприятным экологическим последствиям и снижению фонда естественных водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. 600 с.
2. *Измайлова А.В.* Водные ресурсы озер Российской Федерации // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 5–14.
3. World Water Resources at the Beginning of 21st Century / Ed. Shiklomanov I.A., Rodda J.C. Cambridge University Press, 2003. 450 p.
4. *Шикломанов И.А., Маркова О.Л.* Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 196 с.

5. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the World: Assessment of water resources and water availability in the World /sci. lead and editor I.A. Shiklomanov. World Meteorological Organization, Stockholm. 1997. 88 p.
6. *Shiklomanov I.A., Balonishnikjva J.A.* World water use and water availability trends, scenarios, consequences. IAHS Publ. №281. 2003. P. 358–364.
7. *Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С.* Сравнение состояния водных ресурсов и антропогенного воздействия на них в Европейской и Азиатской частях России // Известия Русского географического общества. 2017. Т. 149. № 4. С. 1–12.
8. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. Материалы Федеральной службы государственной статистики на 1 января 2018 года. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce (дата обращения 12.08.2018).
9. Атлас мирового водного баланса / Прил. к моногр. «Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли». М.-Л.: Гидрометеиздат, 1974. 65 карт.
10. *Иванов Н.Н.* Ландшафтно-климатические зоны Земного шара // Зап. ВГО, нов. сер. 1948. Вып.1. 224 с.
11. Ладога / под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. СПб.: Нестор-История. 2013. 468 с.
12. *Измайлова А.В.* Водные ресурсы водоемов Российской Федерации и тенденции их изменения, обусловленные антропогенными факторами / Вопросы географии. 2018. Вып. 145. Гидрологические изменения. С. 347–359.

Для цитирования: Измайлова А.В., Удельная водообеспеченность и озерный фонд регионов водного дефицита // Водное хозяйство России. 2019. № 5. С. 6-24.

Сведения об авторе:

Измайлова Анна Владиленовна, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт озераведения Российской академии наук» (ИНОЗ РАН), Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9; e-mail: ianna64@mail.ru

WATER AVAILABILITY AND LAKE FUND OF WATER DEFICIT REGIONS

Anna V. Izmailova

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Abstract: Despite the significant amount of water resources, Russia is characterized by their uneven distribution over the territory. As a result, a number of regions are characterized by low water availability, due to both physiographic factors and the specifics of the settlement and economic development of the country. This article presents the specific water availability evaluation data calculated for all constituent entities of the Russian Federation, taking into account the resources of both river and lake waters. The calculation of water availability due to lake waters is based on new assessment data on lakes water resources, carried out at the Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences. On the basis of the obtained values of water availability, the regions of the greatest water deficit are outlined and their lake fund is estimated.

At present almost 60% of the population of Russia lives in regions with low and medium water availability, including about 20% in regions where water availability is characterized as

“very low” and “catastrophically low”. Most of these regions belong to the zone of insufficient moisture, however, a number of regions of the zone of sufficient moisture also experience excessive pressure on water resources due to high population. Most of the regions with low and medium water availability have significant reserves of water contained in artificial reservoirs, the total volume of which exceeds 100 km³. In addition, a number of regions also have significant reserves of lake water, including fresh water. Lakes located in the zone of insufficient moisture and characterized by low water availability contain a total of ~ 37 km³ of water, including ~ 20 km³ of fresh water. At the zone of sufficient moisture in the lakes of regions with low water availability ~ 2.4 km³ of fresh water is contained.

Key words: water resources, water availability, lake fund, zone of insufficient moisture, regions of water deficiency.

About the authors:

Izmailova Anna V., Leading Researcher of the Institute of Limnology, RAS, 196105, St.-Petersburg, Sevastianova, 9; e-mail: ianna64@mail.ru

For citation: *Izmailova A.V. Water Availability and Lake Fund of Water Deficit Regions // Water Sector of Russia. 2019. No. 5. P. 6-24.*

REFERENCES

1. Vodnye resursy Rossii i ih ispolzovanie [Water resources of Russia and its use] / pod red. I.A. Shiklomanova. SPb.: GGI, 2008. 600 p.
2. *Izmailova A.V. Vodnye resursy ozer Rossiiskoi Federatsii* [Water resources of the lakes of Russia] // *Geografiia i prirodnye resursy*. 2016. № 4. P. 5–14.
3. *World Water Resources at the Beginning of 21st Century* / Ed. Shiklomanov I.A., Rodda J.C. Cambridge University Press, 2003. 450 p.
4. *Shiklomanov, I.A., Markova O.L. Problemy vodnykh resursov i perebrosok stoka v mire*. [Water problems and the transfer of runoff in the world] L.: Gidrometeoizdat, 1987. 196 p.
5. *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the World: Assessment of water resources and water availability in the World* / sci. lead and editor I.A. Shiklomanov. World Meteorological Organization, Stockholm. 1997. 88 p.
6. *Shiklomanov I.A., Balonishnikjva J.A. World water use and water availability trends, scenarios, consequences*. IAHS Publ. № 281. 2003. P. 358–364.
7. *Koronkevich N.L., Barabanova E.A., Zaitseva I.S. Svravnenie sostoianii vodnykh resursov i antropogennogo vozdeistviia na nikh v Evropeiskoi i Aziatskoi chastiakh Rossii* [Comparison of the state of water resources and anthropogenic impact on them in the European and Asian parts of Russia] // *Izvestiia Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2017. T. 149. № 4. P. 1–12.
8. *Chislennost' naseleniia Rossiiskoi Federatsii po munitsipal'nym obrazovaniiam. Materialy Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki na 1 ianvaria 2018 goda*. Web: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce.
9. *Atlas mirovogo vodnogo balansa* [Atlas of the World Water Balance] / Prilozhenie k monografii «Mirovoi vodnyi balans i vodnye resursy Zemli». M.–L.: Gidrometeoizdat, 1974. 65 kart.
10. *Ivanov N.N. Landshaftno-klimaticheskie zony Zemnogo shara* [Landscape-climatic zones of the Earth] // *Zap. VGO, nov. ser.* 1948. Vyp.1. 224 s.
11. *Ladoga* [Ladoga] / pod red. V.A. Rumiantseva, S.A. Kondrat'eva. S-Pb.: Nestor-Istoriia. 2013. 468 p.
12. *Izmailova A.V. Vodnye resursy vodoemov Rossiiskoi Federatsii i tendentsii ikh izmeneniia, obuslovlennye antropogennymi faktorami* [Water resources of water bodies of the Russian Federation and theirs tendencies due to anthropogenic factors] / *Voprosy geografii*. 2018. Vyp. 145. Gidrologicheskie izmeneniia. P. 347–359.