

DOI 10.21672/2077-6322-2021-81-2-125-130

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АКВАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

**Иолин Михаил Михайлович**, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, kafedra.geografii@mail.ru

**Борзова Анастасия Сергеевна**, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, kafedra.geografii@mail.ru

Целью данной работы является покомпонентный анализ динамики антропогенного воздействия на аквальные комплексы Нижней Волги, который включает в себя такие показатели как: ХПК, БПК<sub>5</sub>, железо, медь, цинк, никель, ртуть, молибден, фенолы, нефтепродукты, нитриты, сероводород, сульфиды и др. В работе использовались следующие методы: картографический, сравнительно-географический, математико-статистический, геоинформационный. В результате проведённого геоэкологического мониторинга рассмотрены качественные и количественные характеристики поверхностных вод Астраханской области, были выделены экологически опасные для здоровья населения ареалы загрязнений. Качество вод Нижней Волги по комплексной оценке загрязнённости определялось классом «грязная», разряд «а», превышение ПДК было по ХПК, БПК<sub>5</sub>, железу, меди, цинку, никелю, молибдену, ртути, фенолам, нефтепродуктам, сульфидам и нитритам. Кислородный режим и режим pH был в пределах нормы.

**Ключевые слова:** антропогенное воздействие, аквальные комплексы, мониторинг, среднегодовая концентрация, ПДК

## MAIN DYNAMICS OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON AQUAL COMPLEXES

**Iolin Mikhail M.**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, 20a Tatishcheva St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, kafedra.geografii@mail.ru

**Borzova Anastasia S.**, Senior Lecturer, Astrakhan State University, 20a Tatishcheva St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, kafedra.geografii@mail.ru

The purpose of this work is a component-wise analysis of the dynamics of anthropogenic impact on the aquatic complexes of the Lower Volga, which includes such indicators as: COD, BOD<sub>5</sub>, iron, copper, zinc, nickel, mercury, molybdenum, phenols, petroleum products, nitrites, hydrogen sulfide and sulfides and other Methods. The following methods were used in the work: cartographic, comparative-geographical, mathematical-statistical, geoinformation. *Results.* As a result of the conducted geoecological monitoring, the qualitative and quantitative characteristics of the surface waters of the Astrakhan region were considered, and areas of pollution that were environmentally hazardous to the health of the population were identified. *Conclusions.* The quality of the Lower Volga waters according to the comprehensive assessment of pollution was determined by the class "dirty", category "a", the excess of MPC was for COD, BOD<sub>5</sub>, iron, copper, zinc, nickel, molybdenum, mercury, phenols, oil products and sulfides and nitrites. Oxygen regime and pH regime were within normal limits.

**Keywords:** anthropogenic impact, aquatic complexes, monitoring, average annual concentration, MPC

Антропогенное воздействие на окружающую среду – это любое воздействие человека на природные компоненты в результате хозяйственной деятельности, включающее привнесение вещества и энергии, в результате чего природные компоненты испытывают деструктивное, деградационное, загрязняющее воздействия. Ликвидация негативных последствий хозяйственной деятельности обеспечивается комплексным изучением природных географических условий территории, оценкой устойчивости природных систем к тому или иному виду воздействия; определением источников негативного воздействия и его интенсивности [9].

В результате проведённого геоэкологического мониторинга рассмотрены качественные и количественные характеристики поверхностных вод Астраханской области (рис. 1) [1; 3–5; 8].

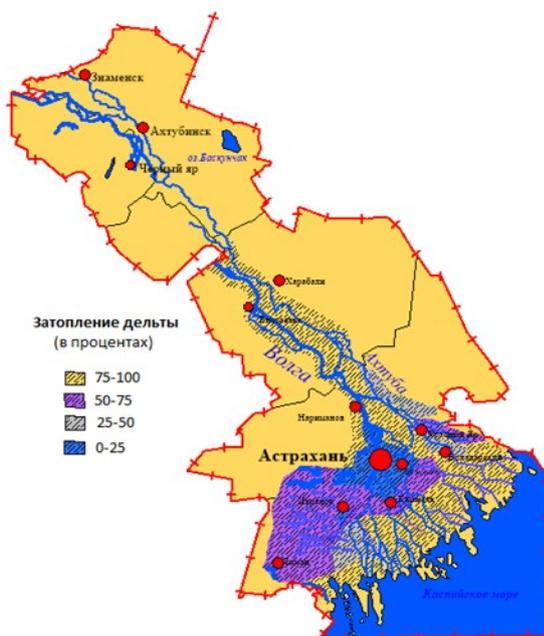


Рис. 1. Гидрографическая сеть р. Волга

Качество вод реки Волги по основному руслу в 2019 году оценивалось 4 классом, как «грязная», разряд *a* (рис. 2) [6; 7].

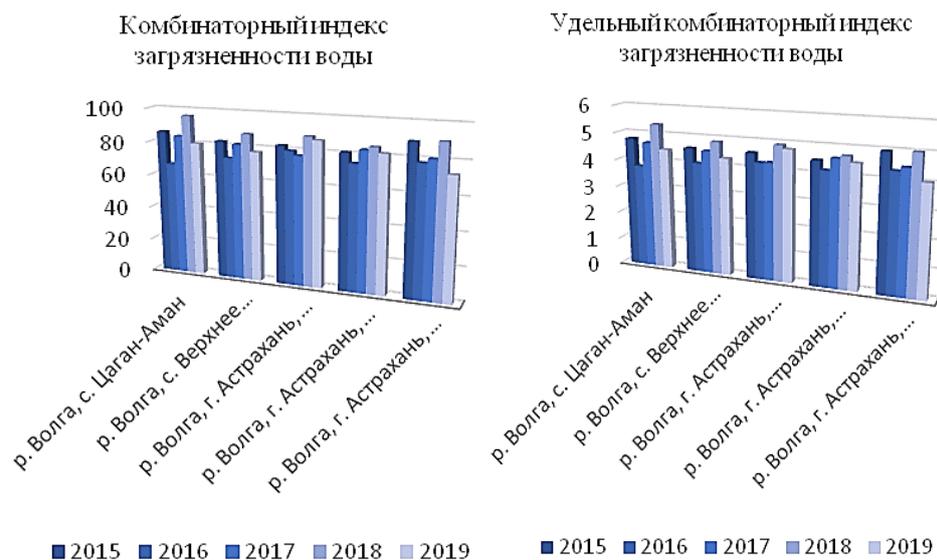


Рис. 2. Качество вод р. Волга по основному руслу с 2015 по 2019 г.

Загрязнение вод мало изменилось с 2015 г., превышение ПДК наблюдалось по показателям ХПК, БПК<sub>5</sub>, железо, медь, цинк, никель, ртуть, молибден, фенолы, нефтепродукты, нитриты, сероводород и сульфиды [10].

Среднее содержание меди составило 3,7 мкг/л (3,7 ПДК), что ниже 2015 г. на 0,3 ПДК, соединения цинка были на уровне 1–3 ПДК, как и в 2018 году. Загрязнение соединениями железа варьирует в 2019 г. в пределах 0,06–0,44 мг/л, что в среднем составляет 1,3 ПДК. В 2019 г. число случаев высокого загрязнения соединениями ртути составило 3 по сравнению с 2015 г., т. е. произошло уменьшение в 4 раза (рис. 3).

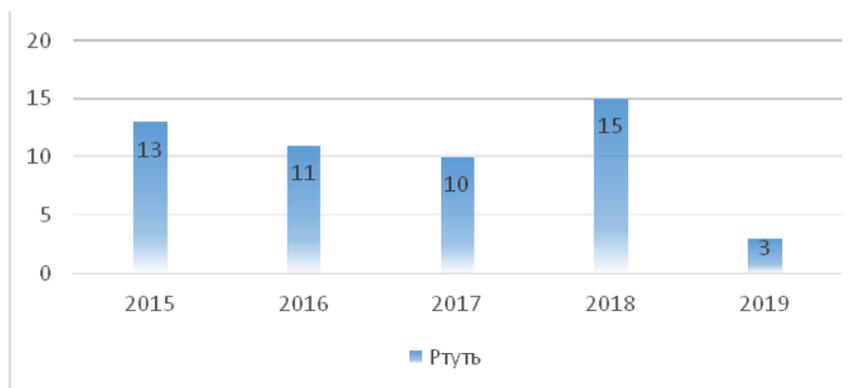


Рис. 3. Количество случаев высокого загрязнения ртутью

По никелю в 2019 г. показатель варьировал в пределах 0,6–23,8 мкг/л, когда как в 2015 г. 0,6–42,5 мкг/л. В 2019 г. содержание молибдена, хрома, кобальта, свинца, кадмия, олова было на фоновом уровне. Загрязнение вод фенолами в среднем увеличилось до 4 ПДК, что в 2 раза выше, чем в 2015 г. Величина средней концентрации нефтепродуктов в 2019 г. составила 3 ПДК и по сравнению с 2015 г. осталась на том же уровне, но увеличилось в 1,5 раза по сравнению с 2018 г., где значение составляло 2 ПДК (рис. 4).

Содержание фосфора, кремния, азота не превышало фоновых значений. Среднегодовые значения показателей ХПК и БПК<sub>5</sub> мало изменились по сравнению с 2015 г. и, как правило, не превышали 2 ПДК.

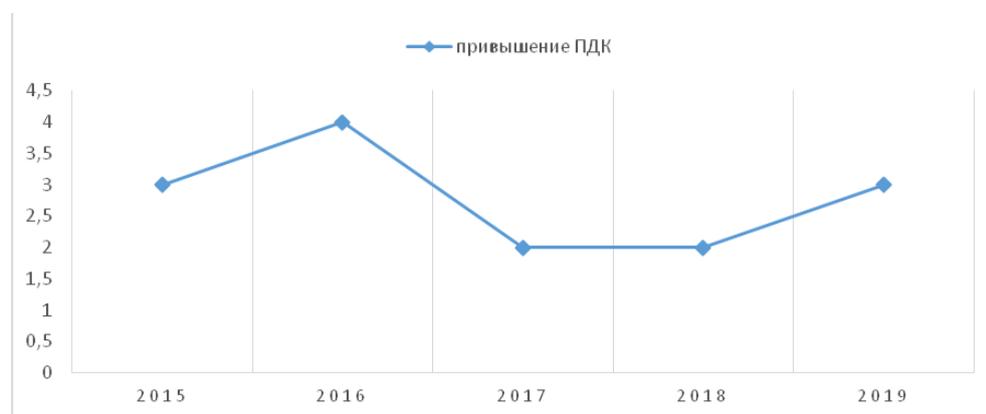


Рис. 4. Превышение ПДК загрязнением нефтепродуктами по основному руслу р. Волги

Рукав Ахтуба. Класс качества вод рукава Ахтуба в 2019 г. сохранился для пункта пгт. Селитренное и определялся как «грязная», разряд *a*, а для пунктов пос. Аксарайский и с. Подчалык определялся как «очень загрязненная», разряд *b*. В водах

рук. Ахтуба превышение ПДК наблюдалось по показателям ХПК, БПК<sub>5</sub>, железо, медь, цинк, никель, ртуть, фенолы, нефтепродукты и сульфиды (рис. 5) [2].

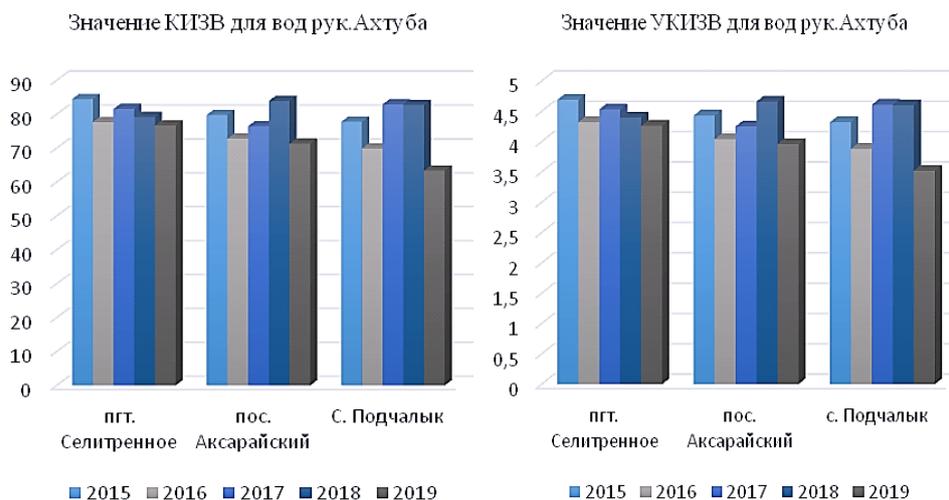


Рис. 5. Класс качества вод рук. Ахтуба за 2015–2017 гг.

Среднегодовая концентрация соединений меди осталась на том же уровне, что и в 2018 г. 3,5 мкг/л (3,5 ПДК). В 2019 г. средняя концентрации цинка была – 28,9 мкг/л (2,9 ПДК), что на 0,9 ПДК выше по сравнению с 2015 г. Концентрации ртути в течение года были в пределах 0,00–0,03 мкг/л, а в 2015 г. варьировалась от 0,01–0,04 мкг/л (1–4 ПДК). Загрязнение по железу в 2019 г. были в пределах 0,05–0,29 мг/л (1–2,9 ПДК), что значительно меньше, чем в 2015 г. Когда значения варьировались в пределах 1–8 ПДК. Средняя концентрация по молибдену в 2019 г. составила 1,9 мкг/л (1,9 ПДК). Содержание марганца, кобальта, свинца, кадмия, олова было на фоновом уровне. Загрязнение вод фенолами осталось на уровне 2018 г. и составило около 2 ПДК. Максимальная концентрация нефтепродуктов в 2019 г. имели значения – 0,18 мг/л (3,6 ПДК), что в 2 раза меньше чем максимальные значения 2015 г., которые были на уровне 0,35 мг/л (7 ПДК). Среднегодовые значения показателей ХПК и БПК<sub>5</sub> остались на уровне 2018 г. По фосфору, кремнию, азоту, как и в предыдущие годы находилось на фоновом уровне, за исключением нитритов.

Рукав Бузан. Значение комбинаторного индекса загрязнённости воды (КИЗВ) рукава Бузан в 2019 г. составило 68,11 (УКИЗВ – 3,78), в 2015 г. значение равнялось 81,18 (УКИЗВ – 4,51). Качество вод улучшилось в сравнении с 2018 г. на класс «очень загрязненная», разряд б.

В водах рук. Бузан превышение ПДК наблюдалось по показателям ХПК, БПК<sub>5</sub>, железо, медь, цинк, никель, фенолы, нефтепродукты и сульфиды.

Загрязнение соединениями меди немного снизилось по сравнению с 2015 г., когда значения были равны 4,83 (4,8 ПДК) и в среднем составило 4,4 мкг/л (4,4 ПДК). Среднегодовая концентрация соединений цинка составила 19,3 мкг/л (1,9 ПДК), что почти на 0,5 ПДК ниже по сравнению с 2015 г. Загрязнение ртутью, как и на протяжении всего периода исследования, оставалось на том же уровне. Железо в 2019 г. осталось на уровне 2015 г. что составило 2 ПДК. В 2019 г. среднегодовая концентрация никеля составила 23,8 мкг/л (2,4 ПДК). Содержание марганца, кобальта, свинца, кадмия, олова в среднем было на фоновом уровне. Загрязнение вод нефтепродуктами в 2019 г. увеличилось на 0,6 ПДК по сравнению с 2018 г. Максимальная концентрация нефтепродуктов 0,2 мг/л (4 ПДК), что меньше, чем в 2 раза по сравнению с 2015 г., когда максимальные значения доходили до 9,8 ПДК. Концентрация фенолов осталась на том же уровне. Кислородный режим и режим рН был удовлетворительным.

Рукав Кривая Болда. Значение комбинаторного индекса загрязнённости воды КИЗВ в 2019 г. составило 73,8 (УКИЗВ – 4,10), в 2015 г. значение составило 84,24 (УКИЗВ – 4,68) и характеризуется как «грязная», разряд *a*.

Максимальный вклад в загрязнённость внесли соединения меди, цинка, никеля и нефтепродукты: величины обобщённого оценочного балла для этих веществ были в пределах 4,47–8,57.

Среднегодовая концентрация меди составила 3,6 мкг/л (3,6 ПДК), что на 0,5 ПДК меньше чем 2015 г. Концентрация цинка составила 15,5 мкг/л (1,6 ПДК), что на 0,5 ПДК выше значения в 2015 г. Ртуть осталась на фоновом уровне в течение всего периода исследования. Загрязнение вод соединениями железа составила 0,11 мг/л, что имело примерно такие же значения в 2015 г. (0,13 мг/л). Содержание соединений никеля уменьшилось на 1 ПДК по сравнению с 2018 г. и составило 10,12 мкг/л (1 ПДК). Остальные металлы, такие как марганец, молибден, кобальт, свинец, кадмий, олово были на фоновом уровне. Фенол был на уровне всего периода и имел среднее значение 2 ПДК. Загрязнение вод нефтепродуктами в 2019 г. практически не изменилось по сравнению с 2015 г. Кислородный режим и режим pH был удовлетворительным.

Рукав Камызяк. В 2019 г. комбинаторный индекс загрязнённости воды КИЗВ для вод рук. Камызяк составил 75,01 (УКИЗВ – 4,16), что в сравнении с 2015 г. – 85,14 (УКИЗВ – 4,74) немного снизился. Вода в рукаве Камызяк характеризуется как «грязная», разряд *a*.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязнения внесли соединения меди и нефтепродукты: величины обобщённого оценочного балла достигли значения 87,5 для меди и 8,57 для нефтепродуктов.

Концентрации меди в течение года варьировали в пределах 1,2–8,3 мкг/л (1,2–8,3 ПДК), среднегодовая концентрация составила 3,3 мкг/л (3,3 ПДК), что на 0,6 ПДК меньше по сравнению с 2015 г. Среднегодовая концентрация цинка немного снизилась. Содержание остальных металлов марганца, ртути, кобальта, свинца, кадмия, олова в среднем было на фоновом уровне. Средняя концентрация нефтепродуктов снизилась на 1 ПДК по сравнению с 2018 г. Содержание фенолов остаются на фоновом уровне.

На основе проведенного мониторинга природных сред с применением экологических и геохимических данных были выделены экологически опасные для здоровья населения ареалы загрязнений. Определено, что качество вод Нижней Волги по комплексной оценке загрязнённости определялось классом «грязная», разряд *a*, превышение ПДК было по ХПК, БПК<sub>5</sub>, железу, меди, цинку, никелю, молибдену, ртути, фенолам, нефтепродуктам и сульфидам и нитритам. Кислородный режим и режим pH был в пределах нормы.

#### Список литературы

1. Асанова, Г. З. Влияние Астраханской промышленной агломерации на трансформацию природно-территориальных и аквальных комплексов : монография / Г. З. Асанова, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Р. В. Кондрашин. – Астрахань : Полиграфком, 2009. – 254 с.
2. Бармин, А. Н. Притоки реки Волга / А. Н. Бармин, Д. И. Шабанов, М. М. Иолин, И. Э. Муратакаев. – Астрахань : Астраханский университет, 2015.
3. Борзова, А. С. Рекомендации по созданию водоохранных мероприятий на основе геоэкологического мониторинга природных вод / Г. В. Крыжановская, Е. А. Колчин, Т. С. Чигина, А. С. Борзова // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 4 (59). – С. 89–96.
4. Борзова, Н. А. Оценка гидрологических ресурсов для развития рекреации и туризма в Астраханской области / Н. А. Борзова, М. М. Иолин // Туризм и рекреация: инновации и ГИС-технологии : мат-лы XII Междунар. науч.-практич.й конф. / сост.: И. С. Шарова, М. М. Иолин. – Астрахань : Новая линия, 2020. – С. 54–56.
5. Иолин, М. М. Мониторинг загрязнения водных объектов в пределах Астраханской области / М. М. Иолин, А. Н. Бармин, А. С. Борзова, Е. А. Чурсина, Н. А. Борзова // Каспий XXI века: пути устойчивого развития : мат-лы Междунар. науч. форума / сост.: К. А. Маркелов [и др.]. – Астрахань : Астраханский университет, 2020. – С. 133–137.

6. Кондрашин, Р. В. Экологические особенности Астраханской области / Р. В. Кондрашин, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, М. А. Стебенькова // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 1 (14). – С. 53–56.
7. Кондрашин, Р. В. Экогидрологические особенности Астраханской области / Р. В. Кондрашин, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, М. А. Стебенькова // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 1 (14). – С. 53–56.
8. Крыжановская, Г. В. Геоэкологические исследования водоемов агломератов в условиях повышенного многопланового использования / Г. В. Крыжановская, М. М. Иолин, И. С. Шарова, И. Н. Шведова, А. С. Борзова // Геология, география и глобальная энергия. – 2018. – № 3 (70). – С. 185–193.
9. Реймерс, Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник. – М. : Мысль, 1990.
10. Служба природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области: Режим доступа: <https://nat.astrobl.ru/node>.

#### References

1. Asanova, G. Z., Barmin, A. N., Iolin, M. M., Kondrashin, R. V. *Vliyaniye Astrakhanskoy promyshlennoy aglomeratsii na transformatsiyu prirodno-territorialnykh i akvalnykh kompleksov* [The influence of the Astrakhan industrial agglomeration on the transformation of natural-territorial and aquatic complexes]. Astrakhan, Polygraphcom Publ. House, 2009, 254 p.
2. Barmin, A. N., Shabanov, D. I., Iolin, M. M., Muratakaev, I. E. *Pritoki reki Volga* [Tributaries of the Volga River]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ. House, 2015.
3. Borzova, A. S., Kryzhanovskaya, G. V., Kolchin, E. A., Chigina, T. S. *Rekomendatsii po sozdaniyu vodookhrannykh meropriyatiy na osnove geoekologicheskogo monitoringa prirodnykh vod* [Recommendations for creating water protection measures based on geoecological monitoring of natural waters]. *Geografiya, geologiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and Global energy]. 2015, no 4 (59), pp. 89–96.
4. Borzova, N. A., Iolin, M. M. *Otsenka gidrologicheskikh resursov dlya razvitiya rekreatsii i turizma v Astrakhanskoy oblasti* [Assessment of hydrological resources for the development of recreation and tourism in the Astrakhan region]. *Turizm i rekreatsiya: innovatsii i GIS-tehnologii* [Tourism and recreation: innovations and GIS-technologies]. Astrakhan, Novaya liniya Publ. House, 2020, pp. 54–56.
5. Iolin, M. M., Barmin A. N., Borzova A. S., Chursina E. A., Borzova N. A. *Monitoring zagryazneniya vodnykh obektov v predelakh Astrakhanskoy oblasti* [Monitoring of water pollution within the Astrakhan region]. *Kaspiy XXI veka: puti ustoychivogo razvitiya* [The Caspian Sea of the XXI century: ways of sustainable development]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ. House, 2020, pp. 133–137.
6. Kondrashin, R. V., Barmin A. N., Iolin M. M., Stebenkova M. A. *Ekologicheskie osobennosti Astrakhanskoy oblasti* [Ecological features of the Astrakhan region]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy]. 2006, no 1 (14), pp. 53–56.
7. Kondrashin, R. V., Barmin A. N., Iolin M. M., Stebenkova M. A. *Ekogidrologicheskie osobennosti Astrakhanskoy oblasti* [Ecohydrological features of the Astrakhan region]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy]. 2006, no 1 (14), pp. 53–56.
8. Kryzhanovskaya, G. V., Iolin M. M., Sharova I. S., Shvedova I. N., Borzova A. S. *Geoekologicheskie issledovaniya vodoemov aglomeratov v usloviyakh povyshennogo mnogoplanovogo ispolzovaniya* [Geoecological studies of agglomerate reservoirs in conditions of increased multi-faceted use]. *Geografiya, geologiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global energy]. 2018, no 3 (70), pp. 185–193.
9. Reimers, N. F. *Prirodopolzovanie* [Nature management]. Moscow, Mysl Publ. House, 1990.
10. *Sluzhba prirodopolzovaniya i okhrany okruzhayushchey sredy Astrakhanskoy oblasti* [Service of Nature Management and Environmental Protection of the Astrakhan region]. Available at: <https://nat.astrobl.ru/node>.