

Информация об авторах

Саршаева Алия Батырбековна, PhD-докторант, преподаватель Таразского регионального университета им. М. Х. Дулати (Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Сулейменова, д. 7), e-mail: aliya.sarshayeva@bk.ru

Далабаев Асхат Болатулы, магистр техники и технологии, главный научный сотрудник, Астанинский филиал ТОО "Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности" (Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Гагарина, д. 238 Г), e-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

Альжаксина Назым Ерболовна, PhD, главный научный сотрудник, Астанинский филиал ТОО "Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности" (Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Гагарина, д. 238 Г), e-mail: nazjomka@mail.ru

Author's Information

Sarshaeva Aliya Batyrbekovna, PhD doctoral student, lecturer at Taraz Regional University named after M. Kh. Dulati (Kazakhstan, 080000, Taraz, Suleimenova St., 7), e-mail: aliya.sarshayeva@bk.ru

Dalabayev Askhat Bolatuly, Master of Engineering and Technology, Chief Researcher, Astana Branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 050060, Almaty, pr. Gagarina, 238 G), e-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

Alzhaksina Nazym Yerbolovna, PhD, Chief Researcher, Astana Branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 050060, Almaty, pr. Gagarina, 238 G), e-mail: nazjomka@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-48

INCREASING THE FISH PRODUCTIVITY OF THE DON RIVER AND RATIONAL USE OF WATER RESOURCES

A. M. Anokhin, A. A. Tkachev, A. V. Stepkin

*Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov – branch of Don State Agrarian University
Novocherkassk, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: anocxin2014@yandex.ru

Received 17.08.2023

Submitted 08.11.2023

Summary

The article presents the signs of degradation of the river and fish stocks of the Don River on the example of the Kochetovsky hydroelectric complex and the consequences of irrational use of water resources on the work of reclamation systems of the Rostov region. The objective of this study of signs of degradation of the Don River is to focus attention on the growing problem of reducing water resources in the South of Russia.

Abstract

Introduction. Global climate change is currently beyond doubt and is an objective reality. On climate change and its consequences, it is necessary to take actions to assess risks and take measures in advance to reduce or prevent negative consequences. The signs of degradation of the river and fish stocks of the Don River are given on the example of the Kochetovsky hydroelectric complex and the consequences of irrational use of water resources on the work of reclamation systems of the Rostov region. The objective of this study of signs of degradation of the Don River is to focus attention on the growing problem of reducing water resources in the South of Russia. **Materials and methods.** In the course of the work, a comparative analysis of water levels and flows of the Don River in the lower reaches of the Kochetovsky hydroelectric complex over the past 50 years was carried out. Data from hydrological yearbooks on water levels in the Don River and on expenditures indicate significant changes in indicators for the worse. **Results and conclusions.** Proposals are formulated on the need to control such areas for the protection of water bodies as ensuring the reduction of anthropogenic load on water bodies, recommendations are given on the unhindered passage of all fish species to spawning sites and practical provision of rational use of water resources of the Tsimlyansk reservoir.

Key words: *fish productivity of rivers, annual flow, water regime, fish canals, hydrological yearbook.*

Citation. Anokhin A. M., Tkachev A. A., Stepkin A. V. Increasing the fish productivity of the Don river and rational use of water resources. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72).479-487 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-48.

Author's contribution. In the course of the work, the authors carried out a comparative analysis of the water levels and discharges of the Don rivers in the Indian pool of the Kochetovsky hydroelectric complex over the past 50 years.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 626.8

УВЕЛИЧЕНИЕ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ РЕКИ ДОН И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

А. М. Анохин, кандидат технических наук

А. А. Ткачев, доктор технических наук

А. В. Степкин, магистр

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова –
филиал ФГБОУ ВО Донской государственный аграрный университет
г. Новочеркасск, Российская Федерация*

Актуальность. Глобальные изменения климата в настоящее время не вызывают сомнения и являются объективной реальностью. На изменение климата и его последствий необходимо предпринимать действия по оценке рисков и заблаговременно принимать меры по уменьшению или предотвращению негативных последствий. Приведены признаки деградации реки и рыбных запасов реки Дон на примере Кочетовского гидроузла. Задачей данного исследования признаков деградации реки Дон является – сконцентрировать внимание на растущей проблеме уменьшения водных ресурсов Юга России. **Материалы и методы.** В процессе работы был выполнен сравнительный анализ уровней воды и расходов реки Дон в нижнем бьефе Кочетовского гидроузла за последние 50 лет. Данные гидрологических ежегодников по уровням воды в реке Дон и по расходам указывают на значительные изменения показателей в худшую сторону. **Результаты и выводы.** Сформулированы предложения о необходимости контролировать такие направления по охране водных объектов, как обеспечение снижения антропогенной нагрузки на водные объекты, приведены рекомендации по беспрепятственному проходу всех видов рыб к местам нереста и практическое обеспечение рационального использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища.

Ключевые слова: *рыбопродуктивность рек, годовой сток, водный режим, рыбоходные каналы, гидрологический ежегодник.*

Цитирование. Анохин А. М., Ткачев А. А., Степкин А. В. Увеличение рыбопродуктивности реки Дон и рациональное использование водных ресурсов. *Известия НВ АУК.* 2023. 4(72). 479-487. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-48.

Авторский вклад. Авторами в процессе работы был выполнен сравнительный анализ уровней воды и расходов реки Дон в нижнем бьефе Кочетовского гидроузла за последние 50 лет.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Климатическая доктрина Российской Федерации, утвержденная за номером №861-PW от 17 декабря 2009 года имеющая государственное значение, подчеркивает, что изменение климата и его последствия представляют собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития Российской Федерации.

Доктрина предписывает необходимость предпринимать действия по оценке рисков и заблаговременного принятия мер по уменьшению или предотвращению негативных последствий изменения климата.

Глобальные изменения климата в настоящее время не вызывают сомнения и являются объективной реальностью [1, 2, 3].

В нашей статье мы остановимся на важном вопросе уменьшения водных ресурсов и рыбных запасов, которые констатируются на протяжении последних 20 лет на Юге России на примере реки Дон. Река Дон характерна для рек Юга России тем, что она зарегулирована гидроузлами и несет огромную антропогенную нагрузку в виде использования как транспортной артерии, так и забора воды на мелиорацию и водоснабжение (рисунок 1).

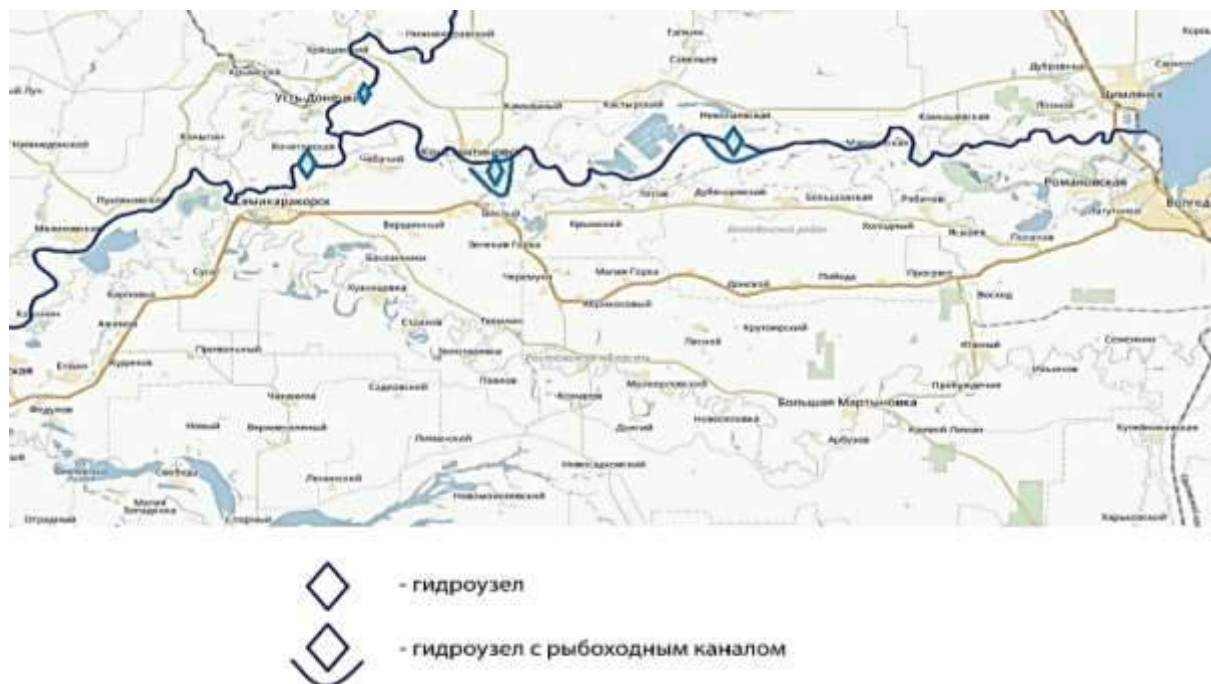


Рисунок 1 – Схема гидроузлов на реке Дон

Figure 1 – The scheme of water-engineering systems on the Don River

Материалы и методы. Фактологическую базу анализа составили данные многолетних наблюдений, зарегистрированных в Государственных водных кадастрах и данные уровней поверхности воды, зафиксированные и собранные на Кочетовском гидроузле [4, 5].

Климатические изменения, происходящие в последние десятилетия в бассейне Дона, влияют на величину годового стока, на особенности водного режима рек, рассматриваемой территории, объем и высоту весеннего половодья, сток во время летней и зимней межени, подземный сток.

Изменения указанных характеристик наблюдаются практически по всем створам р. Дон и его притокам. Одним из факторов изменения климата является изменение водности рек в сторону увеличения потребления воды и уменьшения стока [4, 5]. Для подтверждения деградации реки был выполнен анализ режима расходов воды реки Дон в створе ст. Раздорская. После строительства Цимлянского гидроузла максимальные расходы наблюдались в 1963 году $6320 \text{ м}^3/\text{с}$, в 1964 году $3410 \text{ м}^3/\text{с}$ и в 1991 году $3370 \text{ м}^3/\text{с}$. Ввод в эксплуатацию Цимлянского гидроузла вызвал существенные изменения параметров стока. Так, средний максимальный годовой расход воды за период с 1881 по 1952 годы составил $5606 \text{ м}^3/\text{с}$, а с 1952 года по 2003 года – $1669 \text{ м}^3/\text{с}$, то есть под воздействием техногенных факторов произошло уменьшение среднего максимального расхо-

да воды в 3.36 раза. Осредненные показатели изменения характерных расходов воды за период наблюдений с 1952 по 2002 годы по сравнению с периодом с 1936 по 1952 годами представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение осредненных характерных расходов воды за период 1952-2002 гг. по сравнению с периодом 1936-1952 гг.

Table 1 – Change in the average characteristic water consumption for the period 1952-2002 compared to the period 1936-1952

Наименование характерных расходов воды	Значение осредненных характерных расходов воды за периоды наблюдений		Кратность уменьшения (или увеличения) расхода под воздействием техногенных факторов	
	1936-1952 гг.	1952-2002 гг.	уменьшение	увеличение
Средний за год (обуславливает объем стока)	811	681	1,19	–
Средний максимальный за год	4888	1657	2,95	–

Огромную роль в перераспределении стока реки Дон играет Цимлянское водохранилище. Цимлянский гидроузел делит реку на естественное русло до Азовского моря и зарегулированное расположенное выше гидроузла. Но необходимо отметить то, что сток реки ниже гидроузла зарегулирован ввиду использования полезного объема Цимлянского водохранилища для мелиорации, транспорта, водоснабжения. Из-за такой нагрузки сбрасываемые расходы изменялись от 420 м³/с в 2015 году до 180 м³/с в 2020 году [5-7].

Как в изменении климата, так и в гибели рыбных запасов несомненную роль играют антропогенные факторы, влияющие на формирование водного режима реки Дон своей хозяйственной деятельностью.

Такое изменение водности реки, прежде всего, сказывается на условиях нереста и прохода рыб к нерестилищам. Низкие уровни оголяют берега, уменьшают глубины на нерестилищах, тем самым уменьшая нерестовые площади. Уже много лет остается открытым вопрос о нерестовых попусках расходов из Цимлянского водохранилища в весенний и осенний период, когда происходят нерестовые миграции многих видов рыб, обитающих в Азовском море [8-13].

Нерестовые попуски дают возможность мигрантам пройти Кочетовский гидроузел без помощи рыбопропускного шлюза, а Константиновский и Николаевский гидроузлы – по рыбоходным каналам (рисунок 1).

Результаты и обсуждение. Одной из главных мер по адаптации к изменениям климата, которая позволит восполнить рыбные запасы, является строительство эффективного рыбоходного канала на Кочетовском гидроузле. Строительство рыбоходного канала обеспечит открытую и свободную от подпорных сооружений дорогу рыбам, идущим на нерест от Азовского моря до Цимлянского гидроузла.

Кочетовский гидроузел расположен в среднем течении реки Дон и регулирует уровни реки для обеспечения движения судов.

В состав сооружений гидроузла входит съёмная плотина Пуарре, водосбросное сооружение, судоходные шлюзы и рыбопропускной шлюз (РПШ) (рисунок 2).

На гидроузле ежедневно снимают показания уровней верхнего и нижнего бьефов. При установленной плотине (устанавливают из условия поддержания отметок для судоходных глубин) верхний бьеф зарегулирован и имеет постоянную отметку, а нижний бьеф зависит от расходов, сбрасываемых Цимлянским гидроузлом (рисунок 3).



Рисунок 2 – Кочетовский гидроузел
Figure 2 – Kochetovsky water-engineering system

На рисунке 3 приведены отметки уровней воды нижнего бьефа Кочетовского гидроузла за 2019-2020 гг.

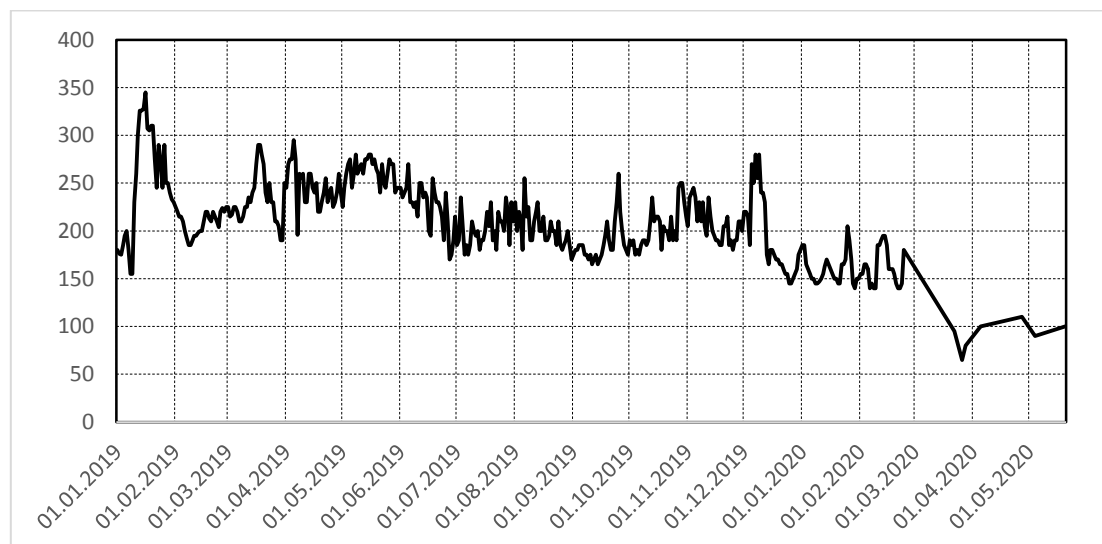


Рисунок 3 – Кривая отметок уровней нижнего бьефа Кочетовского гидроузла по датам 2019-2020 годов
Figure 3 – Curve of the marks of the levels of the lower reaches of the Kochetovsky water-engineering system, 2019-2020

На протяжении многих лет уровни в нижнем бьефе гидроузла колебались в пределах проектных глубин от 1.80 м до 2.50 м, рассчитанных для лотка-накопителя РПШ и позволяющих регулировать процесс накопления рыбы в сооружение. Процесс поддержания уровней воды в реке обеспечивался сбросными расходами Цимлянского гид-

роузла в пределах 320-450 м³/с. Значительное изменение климатических условий бассейна реки Дон, использование ресурсов Цимлянского водохранилища и зарегулированность водосборной площади реки привело к значительному падению сбрасываемых расходов до 180 м³/с.

Уровни воды в нижнем бьефе упали до глубин от 0.80 до 1.1 м. Глубины на пороге лотка накопителя РПШ при отметке 0.50 м не позволяют расходам при глубине 0.30-0.60 м создавать привлекающие скорости и обеспечивать работоспособность сооружения.

Таким образом, гидрологические условия 2020 года не позволили на Кочетовском гидроузле обеспечить проход рыб на нерест вверх по течению. При дальнейшем развитии постоянного недостатка стока реки Дон будет происходить уменьшение объёма нерестовых миграций и падение количественного и видового состава рыбных запасов Азово-Черноморского региона.

Такое развитие ситуации с уровнями реки Дон повлияет на работоспособность рыбопропускных сооружений строящегося Багаевского гидроузла. Все отметки нижних бьефов рыбопропускного шлюза и рыбоходно-нерестового канала взяты по наблюдениям последних 50-ти лет и с подобными изменениями уровней в весенней период проектировщики не сталкивались. Если сейчас не внести корректировки в проект гидроузла в дальнейшем будут построены заранее неэффективные сооружения или не работающие совсем.

Заключение. Задачи планирования мер по адаптации к изменениям климата предусматривают комплексность мероприятий по сохранению и преумножению рыбных запасов и аквакультур. Поэтому необходимо включить в меры по адаптации обеспечение пропуска мигрантов на нерест через гидроузлы и увеличение количества рыбоводных заводов, которые должны обеспечивать ежегодное пополнение рыбных запасов реки Дон молодью различных видов рыб.

Рыбоводные предприятия, обеспечивающие плановый выпуск товарной рыбы, не должны замыкаться на этой деятельности, а с финансовой поддержкой государственными органами и Минприроды участвовать в выращивании молоди, тем более что опыт по компенсационным выпускам у всех есть [14, 15, 16].

Для заинтересованности рыбоводных предприятий необходимо развернуть программу, которая обеспечит финансирование проводимых мероприятий и связь бизнеса и государственных структур. В эти программы органично впишется научное обеспечение процесса разработки и научного обоснования принятия решений со стороны научно-исследовательских организаций. Научное обеспечение должно работать на основе исследований, мониторинга накопления материалов, чтобы представить научно-обоснованные меры по развитию рыбоводных хозяйств [17].

Необходимо контролировать такие направления по охране водных объектов, как:

- снижение антропогенной нагрузки на водные объекты (Донской магистральный канал забирает 100 м³/с, а сброс реки Дон из того же Цимлянского водохранилища составляет 250-280 м³/с, что несовместимо с нормальными условиями эксплуатации водохранилища);
- обеспечение беспрепятственного прохода всех видов рыб к местам нереста путем строительства рыбоходного канала на Кочетовском гидроузле и защиту молоди на всем пути движения к местам нагула [17];
- развитие технического регулирования в области очистки сточных вод, экономическое стимулирование сокращения сбросов загрязняющих веществ;
- восстановление водных объектов, в том числе малых рек, и проточность оврагов на водосборной площади Цимлянского водохранилища и реки Дон;
- практическое обеспечение применения принципов экологического нормирования на основе законодательных документов по охране и восстановлению водных объектов.

Conclusions. The tasks of planning measures for adaptation to climate change provide for the complexity of measures for the conservation and multiplication of fish stocks and aquaculture. Therefore, it is necessary to include in adaptation measures the passage of migrants to spawn through waterworks and an increase in the number of fish hatcheries, which should ensure the annual replenishment of the fish stocks of the Don River with juveniles of various fish species.

Fish-breeding enterprises that ensure the planned production of commercial fish should not be confined to this activity, but with financial support from state bodies and the Ministry of Natural Resources to participate in the cultivation of juveniles. Moreover, everyone has experience in compensation issues [14, 15, 16].

For the interest of fish-breeding enterprises, it is necessary to deploy a program that will provide financing for the events and communication between business and government agencies. Scientific support of the process of development and scientific substantiation of decision-making by research organizations will organically fit into these programs. Scientific support should work on the basis of research, monitoring the accumulation of materials in order to present evidence-based measures for the development of fish farms [17].

It is necessary to monitor such areas for the protection of water bodies as:

- reducing the anthropogenic load on water bodies (the Don main canal takes 100 m³/s, and the discharge of the Don River from the same Tsimlyansk reservoir is 250-280 m³/s, which is incompatible with the operating conditions of the reservoir);
- ensuring unhindered passage of all types of fish to spawning sites by building a fish channel at the Kochetovsky hydroelectric complex and protecting juveniles all the way to feeding sites [17];
- development of technical regulation in the field of wastewater treatment, economic incentives to reduce emissions of pollutants;
- restoration of water bodies, including small rivers and the flow of ravines in the catchment area of the Tsimlyansk reservoir and the Don River;
- practical support for the application of the principles of environmental regulation on the basis of legislative documents on the protection and restoration of water bodies.

Библиографический список

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: ФЗ от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/.
2. Об охране окружающей природной среды: РФ ФЗ от 20.12.2001 г. № 7-ФЗ (с изм. от 18.12.2006 № 232 - ФЗ). Собр. закон-ва РФ. 2002. № 2. Ст. 133.
3. Wheeler T., Von Braun J. Climate change impacts on global food security. Science. 2013. V. 341. Pp. 508–513.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1987. Разд. 1. Сер. 2. Вып. 3 Обнинск: ВНИИГМИ-МИД, 1989. 239 с.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1987. Разд. 1. Сер. 3. Вып. 3. Обнинск: ВНИИГМИ-МИД, 1986. 560 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Северный Кавказ. Л.: Гидрометеиздат, 1964. Т. 8. 410 с.
7. Мелихов В. В., Зибаров А. А., Мелихова Н. П., Тегесов Д. С. Экологическое состояние орошаемых агроландшафтов локального мониторинга на Волго-Донском междуречье. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 29-36.
8. Емтыль М. Х., Иваненко А. М. Рыбы юго-запада России. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2002. 340 с.
9. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Книга по Требованию, 2013. 246 с.
10. Решетников Ю. С., Попова О. А., Соколов Л. И. и др. Атлас пресноводных рыб России. Москва: Наука, 2002. Т. 2. 253 с.
11. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам: приказ Федерального Агентства по Рыболовству от 25.11.2011 г. № 1166. https://fish.gov.ru/wpcontent/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/ohrana_vodnyh_bioresursov/npa-3.pdf.

12. Методические рекомендации по порядку рассмотрения и согласования органами рыбоохраны намечаемых решений и проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений: утв. Роскомрыболовством России 05.01.2003 г. № 12-04-03/3. <https://docs.cntd.ru/document/902071048>.

13. Reeves G. H., Benda L. E., Burnett K. M., Bisson P. A., Sedell J. R. A disturbance-based ecosystem approach to maintaining and restoring freshwater habitats of evolutionarily significant units of anadromous salmonids in the Pacific Northwest. American Fisheries Society Symposium. 1995. V. 17. Pp. 334-349.

14. Данилов-Данильян В. И., Хранович И. Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. М.: Научный мир, 2010. 232 с.

15. Мордвинцев М. М., Анохин А. М., Персикова Л. В. Восстановление рек и водоёмов: практикум для бакалавров направ. подготовки «Природообустройство и водопользование», «Строительство». Новочеркасск, 2017. 75 с.

16. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003. Москва: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 75 с.

17. Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. Denver, Colorado: Department of the Interior, Bureau of Reclamation. 2016. 429 p.

References

1. On fishing and conservation of aquatic biological resources: Federal Law No. 166-FL of 20.12.2004. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/.

2. On Environmental Protection: RF Federal Law No. 7-FL dated 20.12.2001 (as amended from 18.12.2006 No. 232 - FL). Collection of law of the Russian Federation. 2002. № 2. Art. 133.

3. Wheeler T., Von Braun J. Climate change impacts on global food security. Science. 2013. V. 341. Pp. 508-513.

4. State Water Cadaster. Annual data on land surface water regime and resources. 1987. Section 1. Ser. 2. No. 3 Obninsk: VNIIGMI-MFA, 1989. 239 p.

5. State Water Cadaster. Annual data on land surface water regime and resources 1987. Section 1. ser. 3. No. 3. Obninsk: VNIIGMI-MFA, 1986. 560 p.

6. Surface water resources of the USSR. Hydrological knowledge. North Caucasus. L.: Hydrometeoizdat, 1964. V. 8. 410 p.

7. Melikhov V. V., Zibarov A. A., Melikhova N. P., Tegesov D. S. Ecological state of irrigated agroland shafts of local monitoring at the Volga-Don interfluv. Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: Science and Higher Vocational Education. 2018. № 4 (52). Pp. 29-36.

8. Emtyl M. Kh., Ivanenko A. M. Pisces of the south-west of Russia. Krasnodar: Kuban State University, 2002. 340 p.

9. Pravdin I. F. Guide to the study of fish. M.: Book on Demand, 2013. 246 p.

10. Reshetnikov Yu. S., Popova O. A., Sokolov L. I., etc. Freshwater Fish Atlas of Russia. Moscow: Science, 2002. V. 2. 253 p.

11. Procedure for calculating the amount of damage caused to aquatic biological resources: Order of the Federal Agency for Fisheries of 25.11.2011 No. 1166. https://fish.gov.ru/wpcontent/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/ohrana_vodnyh_bioresurov/npa-3.pdf.

12. Methodological Recommendations on the Procedure for Consideration and Approval by the Fish Protection Authorities of the Planned Solutions and Design Documentation for the Construction of Enterprises, Buildings and Structures: approved by Roskomrybolovstvo of Russia 05.01.2003 No. 12-04-03/3. <https://docs.cntd.ru/document/902071048>.

13. Reeves G. H., Benda L. E., Burnett K. M., Bisson P. A., Sedell J. R. A disturbance-based ecosystem approach to maintaining and restoring freshwater habitats of evolutionarily significant units of anadromous salmonids in the Pacific Northwest. American Fisheries Society Symposium. 1995. V. 17. Pp. 334-349.

14. Danilov-Danilyan V.I., Khranovich I.L. Water resources management. Harmonizing water use strategies. M.: Scientific World, 2010. 232 p.

15. Mordvintsev M. M., Anokhin A. M., Persikova L. V. Restoration of rivers and reservoirs: a workshop for bachelors in direction. preparation "Environmental Management and Water Use", "Construction." Novocherkassk, 2017. 75 p.

16. Determination of the main calculated hydrological characteristics: SP 33-101-2003. Moscow: Gosstroy of Russia, FSUE TsPP, 2004. 75 p.

17. Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. Denver, Colorado: Department of the Interior, Bureau of Reclamation. 2016. 429 p.

Информация об авторах

Анохин Александр Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидротехническое сооружение», Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (Российская Федерация, 346400, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: anocxin 2014@yandex.ru

Ткачев Александр Александрович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Гидротехническое строительство», Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (Российская Федерация, 346428, Ростовская область, Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: prof_al@mail.ru

Степкин Алексей Владимирович, магистр по направлению подготовки "Речные и подземные гидротехнические сооружения", Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (Российская Федерация, 346428, Ростовская область, Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Author's Information

Anokhin Aleksander Mikhailovich, Candidate of Engineering Sciences, Professor of the Department of Hydraulic Structures, Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov – branch of Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Rostov region, Novocherkassk, Pushkinskaya st., 111), e-mail: anocxin 2014@yandex.ru

Tkachev Aleksander Aleksandrovich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Hydraulic Engineering Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after. A. K. Kortunov – branch of Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Rostov region, Novocherkassk, Pushkinskaya st., 111), e-mail: prof_al@mail.ru

Stepkin Aleksey Vladimirovich, master in the direction of training "river and underground hydraulic structures" Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute. A. K. Kortunov – branch of Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Rostov region, Novocherkassk, Pushkinskaya st., 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-49

CONCRETE ELEMENTS ON OFF-GRADE AGGREGATES FOR CONDUCTIVE NETWORK OF RECLAMATION SYSTEMS

E. V. Vasilyeva¹, V. M. Fedorov²

¹South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov

²Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University named after A. K. Kortunov
Novocherkassk, Russian Federation

Corresponding author E-mail: karalenka5@yandex.ru

Received 17.04.2023

Submitted 30.11.2023

Summary

The article shows the results of the positive effect of format-alcohol plasticizer on the construction, technical and operational qualities of concrete that meets established regulatory requirements. A polynomial model of the 2nd order was obtained, the optimal dosage of the recommended plasticizer was determined, which makes it possible to increase the strength of concrete by 60-80% after heat treatment.