

УДК 626.88

Фильтрующие водозаборы из водоемов для приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов

Виктор Николаевич Шкура, Алексей Викторович Шевченко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

Аннотация. Цель исследования – обоснование применения и разработка компоновочно-конструктивных решений фильтрующих водозаборов, обеспечивающих забор воды из водоемов, ее очистку от загрязнителей минерального, органического и биологического происхождения для ее использования в рыбоводных бассейнах рыбопитомников. Фильтрующие водозаборы из водоемов рыбохозяйственного назначения обеспечивают защиту водоприемных камер насосных станций от засорения плавником, топляком и водорослями, предупреждают попадание в них гидробионтов, характеризуются простотой и компоновочно-конструктивной гибкостью, адаптивностью к морфометрическим и гидрологическим условиям водоисточников и высокими технико-экономическими показателями, что предопределяет целесообразность их использования в системах водного питания приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов. Основу исследования составили данные обследований систем водного питания рыбоводных комплексов и известные разработки фильтрующих водозаборов, используемых в гидротехнической практике, но не нашедших широкого применения в рыбохозяйственной гидротехнике. При разработке компоновочно-конструктивных решений фильтрующих водозаборно-очистных сооружений использованы методы научного анализа и поискового конструирования. Определяющим конструктивным компонентом фильтрующих водозаборов являются их водоприемники, предусматривающие использование фильтрующих элементов, обеспечивающих изъятие воды из водоема и выполняющих рыбозащитную функцию, очищающих воду от взвесей и исключающих попадание в систему водоснабжения вредоносной водной фауны. В качестве фильтрующих элементов водозаборов рассмотрены дамбы и фильтрующие панели. Разработаны компоновочно-конструктивные решения водоприемников насосных станций для забора воды из водоемов, включающих фильтрующие дамбы из каменно-гравийно-галечниковых материалов и фильтрующие панели, устанавливаемые в головной части их аванкамер.

Ключевые слова: фильтрующий водозабор, фильтрующий водоприемник, фильтрующая дамба, фильтрующие панели, фильтрующие кассеты, водоснабжение прудов

Filter water intakes from water bodies for fish breeding and reclamation complexes at reservoirs

Viktor N. Shkura, Alexey V. Shevchenko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

Abstract. The purpose of the study is to substantiate the use and development of layout and design solutions for filter water intakes that ensure the water diversion from reservoirs, its purification from of mineral, organic and biological pollutants for using in fish-breeding basins of fish nurseries. Filter water intakes from water bodies for fishery purposes provide protection of the water intake chambers of pumping stations from clogging with fins, snags and algae; prevent the ingress of aquatic organisms into them; they are characterized by simplicity and structural flexibility, adaptability to the morphometric and hydrological conditions of water sources and high technical-economic indicators, that predetermines the feasibility of their

use in water supply systems in fish-breeding and reclamation complexes located at reservoirs. The research was based on survey data of water supply systems of fish-breeding complexes and well-known developments of filtering water intakes used in hydraulic engineering, but not widely used in fishery hydraulic engineering. Methods of scientific analysis and exploratory design were used in developing layout and design solutions for filter water purification facilities. The defining structural component of filtering water intakes are their water inlets, which provide for the use of filter elements that ensure the withdrawal of water from the reservoir and perform a fish-protective function, purify water from suspended matter and exclude harmful aquatic fauna from entering the water supply system. Dams and filtering panels are considered as filter elements of water intakes. The layout and design solutions have been developed for water inlets of pumping stations for water intake from reservoirs, including filter dams made of stone-gravel-pebble materials and filter panels installed in the head part of their front chambers.

Keywords: filtering water intake, filtering water headwork, filter dam, filter panels, filter cassettes, pond water supply

Введение. Все возрастающий дефицит водных ресурсов (при возрастающей потребности в них) предопределяет необходимость повышения комплексности и эффективности использования водных объектов [1]. Одним из направлений достижения указанной целевой установки при соблюдении все ужесточающихся экологических требований и ограничений является создание приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов [2]. Обязательный компонент таких комплексов – водозаборные сооружения, обеспечивающие водой системы водного питания рыбоводных водоемов (прудов и (или) бассейнов). Достаточно жесткие требования, предъявляемые к качеству воды, подаваемой в рыбоводные бассейны по выращиванию рыболовочного материала (от личинок до сеголеток), потенциально могут быть обеспечены при соответствующем компоновочно-конструктивном решении узла водозаборных сооружений. Определенные перспективы имеют фильтрующие водозаборы, обеспечивающие выполнение требований рыбоводно-биологических обоснований функционирования рыбоводных объектов, а также соблюдение условий по обеспечению их экологичности и экономичности. Судя по данным Ю. И. Вдовина, М. Г. Журбы, В. Н. Шкуры, В. Н. Щедрина и др. [3–8], различные виды таких водозаборов нашли широкое применение в водоснабжении коммунальных и промышленных объектов.

Фильтрующие водозаборы обеспечивают защиту обитающих в поверхностных водных объектах (прудах и водохранилищах) рыб и других гидробионтов от попадания в водоприемники, исключая их травмирование и гибель. В этом отношении водозаборы, оборудованные фильтрующими водоприемниками, являются эффективными рыбозащитными сооружениями. Одновременно фильтрующие элементы таких водозаборов исключают попадание в системы водного питания рыболовочных вредоносных гидробионтов, включая сорные и хищные их виды. Водозаборные узлы сооружений характеризуются конструктивной гибкостью и адаптивностью к широкому спектру морфометрических, гидрологических, геологических и других условий водоемов.

Несмотря на определенные достоинства фильтрующих водозаборов («водозаборно-очистных» сооружений), они практически не применяются в рыбохозяйственной гидротехнике, и в частности в системах водного питания рыболовочных. Указанное обстоятельство объясняется дефицитом научного обоснования и инженерных разработок в этой области рыбоводно-мелиоративной деятельности. На устранение указанного дефицита информации и разработок направлено настоящее исследование.

Материалы и методы. Эмпирическую основу для анализа и обобщения составили материалы обследования действующих водозаборов и водовпускных сооружений, используемых на рыбоводных предприятиях Ростовской области. Теоретическую базу для компоновочно-конструктивных разработок составили известные рекомендации

по проектированию водозаборных сооружений, при реализации их использовались методы поискового конструирования и приемы создания новой техники.

Результаты и обсуждение. Материалы обследования водозаборов и систем водообеспечения рыбоводных комплексов в Семикаракорском, Багаевском и Азовском районах Ростовской области позволяют отметить нижеследующее.

1 На водозаборах действующих рыбоводных хозяйств, обеспечивающих забор воды из поверхностных водотоков (водоисточников), в качестве рыбозащитных сооружений и устройств преимущественно используются сетчатые и электрические рыбозаградители и рыбозащитные оголовки, не исключающие попадание в водоприемники мелких (сорных) особей гидробионтов, обитающих в водных объектах.

2 Отлов вредоносных гидробионтов, включая личинок и мальков сорных и хищных рыб, на части рыбоводных объектов осуществляется с использованием сорозоулавливающих устройств, закрепляемых на торцах труб-водовпусков.

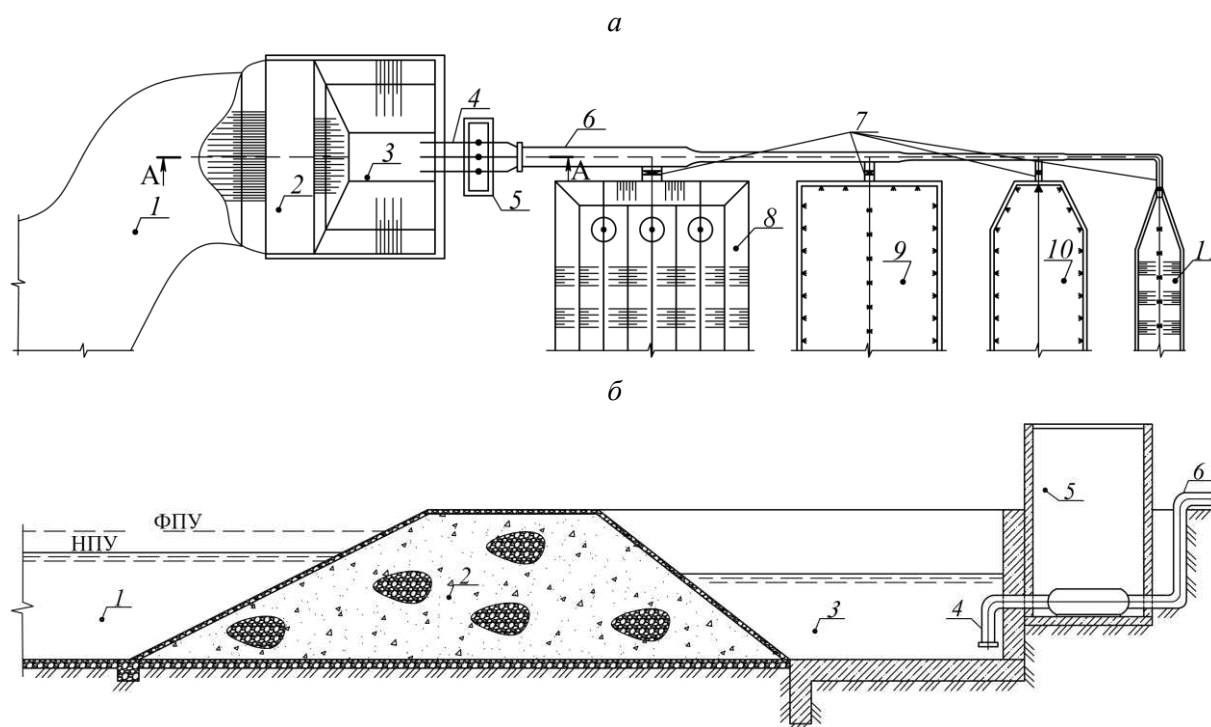
Применение указанных технологических и технических средств рыбозащиты не исключает попадание в рыбоводные объекты нежелательных (преимущественно ихтиофагов) видов флоры и фауны, что подтверждается их отловом в рыбоводных прудах при их опорожнении по завершении рыбоводческого процесса. Использование сорозоулавливающих устройств трудоемко и не всегда эффективно.

Высокая трудоемкость и затратность использования трубчатых водовпускных сооружений, оборудованных сорозооудерживающими устройствами, приводит к отказу от их использования, несмотря на условия культивирования рыбопосадочного материала, связанные с биологическим засорением рыбоводных бассейнов.

Установленные недостатки используемых водозаборных и очистных сооружений и анализ известных разработок показали необходимость их совершенствования и разработки новых компоновочно-конструктивных решений водозаборно-очистных сооружений на основе использования в них фильтрующих водоприемников.

Наиболее простым техническим решением фильтрующего водозабора является водозабор с водоприемником, устроенным в виде дамбы, образующей являющийся аванкамерой насосной станции затон. Компоновочно-конструктивное решение подсистемы общего назначения на базе фильтрующей дамбы приведено на рисунке 1.

Водозаборная часть системы водного питания комплекса устраивается в существующем или устроенном микрозаливе (затоне) водохранилища. Сопряжение водозабора с акваторией водоема 1 осуществляется посредством фильтрующей дамбы 2. Водоприемная дамба выполняется из разноразмерного каменно-гравийно-галечникового материала. Состав материала тела дамбы определяется условиями водоема. Размеры дамбы определяются фильтрационным расчетом исходя из условий обеспечения расчетного расхода воды, профильтровываемого через нее, и не превышения скорости втекания в контактирующую с акваторией поверхность верхового откоса $q_{\text{вх}} \leq 0,05 \text{ м/с}$. При указанной скорости втекания обитающие в водоеме гидробионты воспринимают дамбу как естественную твердую преграду, имеют возможность пребывания в преддамбовой зоне или свободного выхода из нее. Профильтровавшаяся через дамбу вода через поверхность низового откоса поступает в водосборник – аванкамеру насосной станции. Конструктивное решение аванкамеры и ее размеры определяются условиями водосбора. При ее проектировании могут рассматриваться камеры призматической и непризматической формы, трапецидального или прямоугольного поперечного сечения. Днище и периметр камеры закрепляются сборным или монолитным бетоном. Накапливаемая в аванкамере 3 вода через всасывающие трубопроводы 4 насосной станцией 5 подается в трубопровод 6, а из него поступает в водовпускные трубопроводы 7 рыбоводных водоемов – зимовального бассейна 8, сеголеточного 9, малькового 10 и личиночного 11 бассейнов.



а – план системы водного питания; *б* – продольный разрез по водозаборно-очистному сооружению (фильтрующему водозабору); 1 – залив водохранилища; 2 – фильтрующая дамба; 3 – аванкамера (водосборный бассейн); 4 – всасывающие трубопроводы; 5 – насосная станция; 6 – напорный трубопровод; 7 – водовпускные трубопроводы в рыбоводные водоемы; 8 – зимовально-выростной бассейн; 9 – сеголеточно-выростной бассейн; 10 – мальковый бассейн; 11 – личиночно-мальковый бассейн

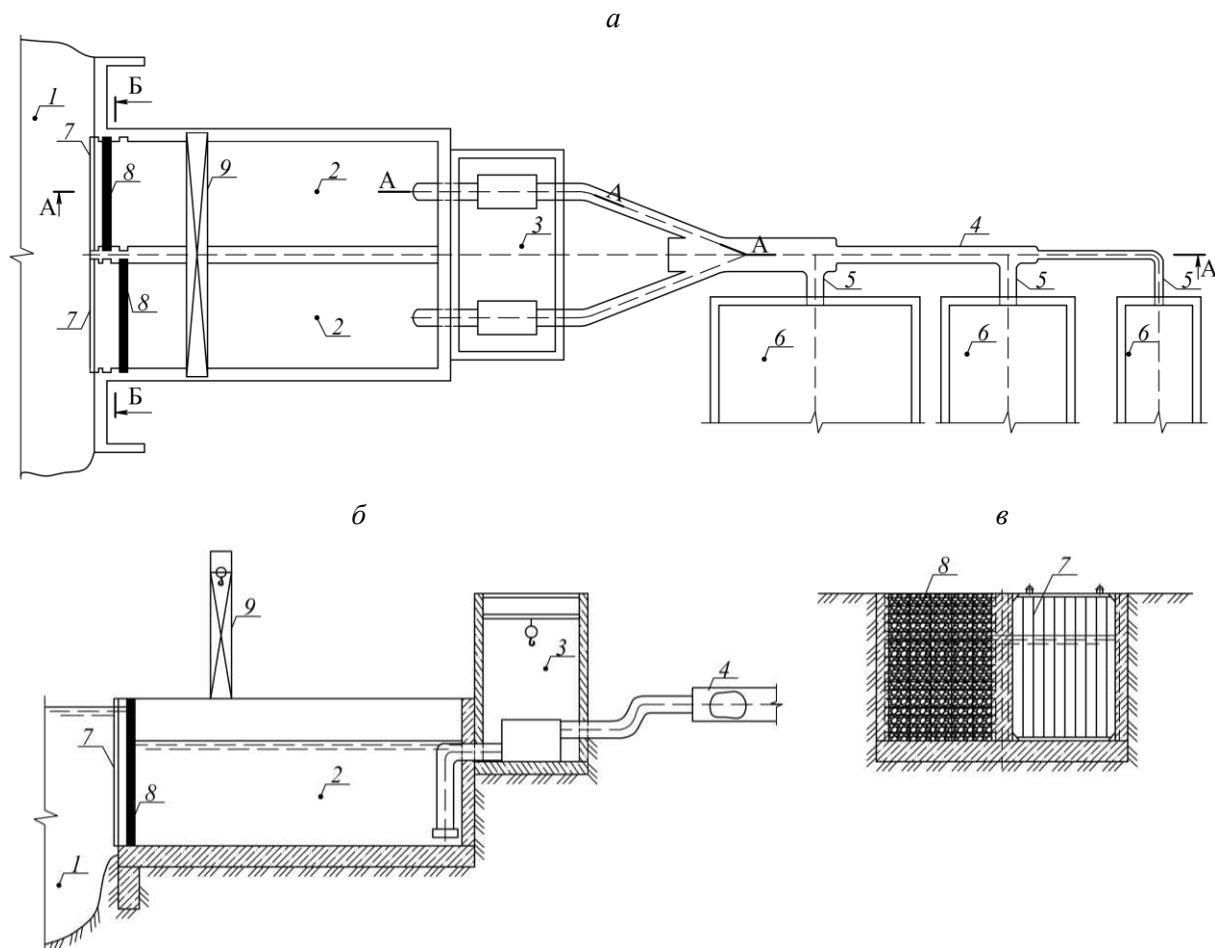
Рисунок 1 – Схема компоновочно-конструктивного решения системы водного питания прудового рыбоводно-мелиоративного комплекса

Указанное техническое решение приемлемо, но характеризуется неустойчивостью в части качества фильтра и возможного загрязнения нежелательными видами гидробионтов и водорослями аванкамеры насосной станции. Устранение указанного недостатка обеспечивается в компоновочно-конструктивном решении фильтрующего водозабора с береговым расположением фильтрующего водоприемника (рисунок 2).

В приведенной на рисунке 2 компоновочно-конструктивной схеме фильтрация изымаемой из водохранилища 1 воды осуществляется фильтрующими панелями 8, устанавливаемыми в головной части водоприемника (аванкамеры насосной станции). В состав предлагаемой подсистемы общего назначения системы водного питания прудового рыбоводно-мелиоративного комплекса включают нижеследующие основные объекты, сооружения и элементы, обеспечивающие ее функционирование.

Аванкамера 2 размещается на берегу водоема и выполняется двухкамерной. Головная часть аванкамеры 2 конструктивно (физически) и гидравлически сопрягается с акваториальным пространством водохранилища 1. Каждая из камер (секций) аванкамеры имеет призматическую форму (вытянутую в направлении от водоема к береговой его зоне) с прямоугольным поперечным сечением. Внутреннее пространство аванкамеры образуется вертикальными (прямоугольными, разделительными и нижнеторцевым поперечным) устоями, которые вкупе с днищем образуют доковую конструкцию. В секциях аванкамеры 2 осуществляется накопление поступающей в нее воды, изымаемой насосными агрегатами насосной станции 3. Количество насосов и их производительность определяется расходом воды, подаваемой в рыбоводные бассейны 6 напорным трубопроводом 4 через бассейновые водовыпуски-водовпуски 5. Для предупре-

ждения поступления в аванкамеру 2 плавающего крупноразмерного мусора (плавника, топляка и др.) на входе в секции предусматривается установка сорозаградительной (противосорной) решетки 7. За крупноячеистой (грубой) решеткой 7 в пазах вдольберегового и промежуточного устоев (быков) устанавливаются съемные (заменяемые) фильтрующие панели 8. Установка (опускание) и изъятие (выемка) фильтрующих панелей 8 осуществляется с использованием кранового оборудования 9.



а – план системы водного питания общего назначения; б – продольный разрез А – А; в – поперечное сечение Б – Б; 1 – участок акватории водохранилища; 2 – аванкамера; 3 – насосная станция; 4 – напорный водовод; 5 – водовыпуски-водопуски; 6 – рыбоводные бассейны; 7 – сорозаградительная решетка; 8 – фильтрующие панели; 9 – мостовой кран

Рисунок 2 – Схема системы водного питания приводохранилищного рыбоводно-мелиоративного комплекса с фильтрующим водозабором на основе фильтрующих кассет

В зависимости от расходов водоподачи забор воды из водохранилища может осуществляться как из одной (поочередно), так и из двух (одновременно) работающих секций аванкамеры 2. Для оперативной замены фильтрующих панелей 8 в секциях аванкамеры (в головной части их участков) предусматривается два ряда пазовых отверстий. Замена фильтрующих панелей осуществляется по мере снижения их пропускной способности. При этом может прекращаться забор воды из одной секции аванкамеры или предусматривается уменьшение отбора воды. До выемки засорившейся панели осуществляется установка новой панели в свободные пазовые отверстия. По завершении такелажных работ осуществляется выемка закоматированной панели и процесс

изъятия и подачи воды в систему водного питания (водоснабжения) рыбоводно-мелиоративного комплекса осуществляется в нормативном режиме.

Рассмотренное компоновочно-конструктивное решение водозабора с фильтрующими панелями обеспечивает выполнение функций по отбору, очистке и подаче воды в рыбоводно-мелиоративный комплекс. Определенными недостатками конструкции головной части аванкамеры являются: необходимость использования не менее четырех фильтрующих панелей; наличие межпанельного пространства, где при замене панелей могут скапливаться засорители, потенциально попадающие в аванкамеру водозабора.

Отмеченные недостатки конструкции не являются значимыми, что позволяет рекомендовать ее к использованию в рыбоводческой практике.

Выводы

1 В ходе научных исследований проведен анализ и дана оценка применения фильтрующих водозаборных сооружений на техногенных и природных объектах ведения рыбоводческой деятельности, обоснована необходимость их применения в качестве устройств для очистки подаваемой в рыбоводные водоемы воды от сорных и хищных особей гидробионтов, а также сора различного генезиса.

2 Предложено два компоновочно-конструктивных решения водозаборного узла сооружений системы водного питания приводохранилищного рыбоводно-мелиоративного комплекса на базе фильтрующей дамбы и водозаборного сооружения со съемными кассетами в качестве фильтрующего (обеспечивающего первичную очистку и пропуск поступающих в него водных масс) элемента.

Список источников

1. ВК РФ Статья 42. Основные требования к использованию водных объектов // «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 02.07.2021) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/d0edd4ccaf2a6bb372eee9c634126341d7d10fe3/ (дата обращения: 16.05.2021).

2. Шкура Вл. Н., Шевченко А. В. Обоснование и основные положения создания и использования приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2019. № 3(03). С. 27–45. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=36> (дата обращения: 16.05.2021). DOI: 10.31774/2658-7890-2019-3-27-45.

3. Водозаборы из поверхностных источников: состояние, проблемы, тенденции совершенствования / Ю. И. Вдовин, И. А. Лушкин, Р. К. Халиков, Е. Д. Хецуриани // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 55–61.

4. Водозаборно-очистные сооружения и устройства / М. Г. Журба, Ю. И. Вдовин, Ж. М. Говорова, И. А. Лушкин. М.: Астрель, 2003. 569 с.

5. Фильтрующие рыбозащитные сооружения и устройства коммунальных и промышленных водозаборов / Ю. И. Вдовин, А. В. Анисимов, В. И. Симакин, М. Я. Кордон. Пенза; Ухта: МНИЦ ПГСХА, 2002. 197 с.

6. Рыбозащита на водозаборах коммунального водоснабжения / Ю. И. Вдовин, И. А. Лушкин, С. Ш. Сайридинов, Д. А. Стрелков // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2010. № 2. С. 67–71.

7. Шкура В. Н., Штанько А. С. Обоснование целесообразности использования и конструктивные схемы водозаборно-очистных сооружений в капельных системах орошения // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2021. Т. 3, № 1. С. 22–35. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=99> (дата обращения: 16.05.2021). DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-1-22-35.

8. Пат. 2606282 Российская Федерация, МПК⁶ Е 02 В 9/04, Е 02 В 13/00. Водозаборный узел оросительной системы / Щедрин В. Н., Шкура В. Н., Штанько А. С.;

заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации.
№ 2015132308; заявл. 03.08.15; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1. 9 с.

Информация об авторах

В. Н. Шкура – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, профессор;

А. В. Шевченко – младший научный сотрудник.

Information about the authors

V. N. Shkura – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Professor;

A. V. Shevchenko – Junior Researcher.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.06.2021; одобрена после рецензирования 26.08.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was submitted 17.06.2021; approved after reviewing 26.08.2021; accepted for publication 17.09.2021.