

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

(на примере гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения
ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я))

М. И. ЛОСКИН, первый заместитель руководителя,
Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению
Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия)
(677000, г. Якутск, ул. Толстого, д. 20),

А. И. КНЫШ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой,
Омский государственный аграрный университет
(644008, г. Омск, Институтская пл., д. 1)

Ключевые слова: гидротехнические сооружения объектов сельскохозяйственного водоснабжения, водообеспечение населенных пунктов, низконапорные грунтовые плотины, Центральная зона Якутии, безопасная эксплуатация, потепление климата, температурный режим водохранилищ, криогенные процессы.

В статье рассматриваются результаты исследований современного состояния гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Центральной зоны Якутии. Указанная территория относится к региону с острым дефицитом водных ресурсов, который всегда является сдерживающим фактором развития сельскохозяйственного производства. Для решения этой острой проблемы в 80-е гг. прошлого века вдоль малых рек были построены системы гидротехнических сооружений, обеспечивающие технической водой практически все населенные пункты Центральной зоны Якутии. Данные объекты имеют большое значение для обеспечения технической и питьевой водой, а также благоприятным микроклиматом населенных пунктов. При сооружении всех гидротехнических сооружений применялся принцип строительства с сохранением грунтов основания сооружений в мерзлом состоянии. Большинство водоподпорных плотин из-за близкого расположения к населенным пунктам и их каскадного расположения по долинам рек представляют большие техногенные риски. Для изучения данной проблемы проведены натурные и камеральные исследования технического состояния сооружений, объемов программного финансирования эксплуатационных мероприятий. Результаты исследования показали, что в настоящее время значительная часть гидротехнических сооружений помимо неотложного проведения ремонтных работ и работ по реконструкции требует новых подходов по безопасной эксплуатации, обусловленных изменением природно-климатических условий, вреда от землеройных животных, вызывающих снижение степени безопасности сооружений. В целях безопасной эксплуатации сооружений возникает необходимость пересмотра параметров программного финансирования эксплуатационных мероприятий с учетом потепления климата, вреда от землеройных животных и других факторов. По результатам исследований предложены рекомендации по дальнейшей безопасной эксплуатации.

THE CURRENT STATE OF HYDRAULIC STRUCTURES OF YAKUTIA CENTRAL REGIONS' AGRICULTURAL WATER SUPPLY OBJECTS

(on example of the agricultural water supply hydraulic structures
of the Sakha Republic State Basin Authority «Упрмелиоводхоз»)

M. I. LOSKIN, first deputy head,
State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply
of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia)
(20 Tolstogo str., 677000, Yakutsk)

A. I. KNYSH, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the chair,
Omsk State Agrarian University
(1 Institutskaya sq., 644008, Omsk)

Keywords: hydraulic structures of agricultural water supply, water service of settlements, low-pressure ground dams, Yakutia central regions, safe operation, climate warming, temperature conditions of reservoirs, frost actions.

The article covers the results of research of the current state of agricultural water supply objects' hydraulic structures of Yakutia central regions. The mentioned territory belongs to those with acute lack of water resources, which has always been a restraining factor of agricultural production development. To solve this problem, the systems of hydraulic structures were built along the minor rivers in the 80s of the last century. These structures provided water to all the settlements of Central Yakutia. The named objects are of great value for providing process and drinking water and also for productive microclimate of settlements. Building of all hydraulic constructions used the principle of building with preservation of maintenance soil of constructions in a frozen state. The majority of hydraulic dams are of great technology generated risk because of their closeness to the settlements and their cascaded arrangement on river-valleys. To study the problem, we held cameralistic and field investigation of engineering status of constructions and volumes of operation events' program financing. The research results showed that as of today, the majority of hydraulic constructions require new approaches on safe operation, aside from urgent reconstruction and repair works. The new approaches are due to the change of natural and climatic conditions and harm of earthmoving animals that causes reduction of constructions' safety level. Safe operation of constructions require the need to reconsider the parameters of the operational events' program financing in view of climate warming, harm of earthmoving animals and other factors. On the results of research, we propose recommendations on further safe operation.

Положительная рецензия представлена А. И. Барашковой, доктором биологических наук, старшим научным сотрудником Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Введение. Сегодня в Центральной зоне Якутии проживает 180 984 человека сельского населения, т. е. 19 % от всего населения Республики Саха (Якутия) (959 689 человек), но вместе с тем содержится крупного рогатого скота 117 625 голов, т. е. 62 % (188 454 голов), лошадей 113 991, т. е. 62 % (183 889 голов) от всех имеющихся в республике [1–2]. Данная территория орогидрографически не обеспечена качественным и достаточным количеством воды как питьевого, так и хозяйственно-технического назначения. Плановые работы по решению этой острой проблемы начались в 70–80-е гг. XX столетия путем организации единой системы гидротехнических сооружений вдоль малых рек для накопления воды в водохранилищах, обеспечивающих водой практически все населенные пункты [3]. Опасным моментом для гидротехнических сооружений является весеннее половодье и наводнения, формируемые летними затяжными дождями (дождевые паводки). В такие периоды нагрузки на сооружения многократно возрастают. Главной опасностью является затопление населенных пунктов в случае их прорыва, разрушения.

Нормы безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений (далее – ГТС) во исполнение положений Федерального закона «О безопасности ГТС» [4] отражены в Требованиях к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений [5] и Своде Правил 58.13330.2012 [6], которые устанавливают структуру и состав правил эксплуатации, требования, правила и нормы обеспечения безопасности ГТС при эксплуатации и предназначены для оценки их технического состояния и обеспечения безаварийной работы. Вопросы влияния температурного режима водохранилищ на гидротехнические сооружения, требования к эксплуатации сооружений в условиях Севера отражены в работах С. П. Готовцева, И. И. Сыромятникова, М. И. Лоскина [3, 7], Р. В. Чжан [8, 9]. Вопросы организации эксплуатации ГТС на многолетнемерзлых грунтах наиболее фундаментально изложены в Рекомендациях по проектированию и строительству низконапорных гидроузлов криолитозоны Якутии [10]. Авторами изложены основные нормативные требования к организации эксплуатации и геокриологического мониторинга ГТС в криолитозоне. Однако изменение природно-климатических условий в последние годы, повлекшее изменение водности водохранилищ, мерзлотного состояния тел и основания грунтовых насыпных плотин требуют более детального изучения современного состояния ГТС.

Цель и методика исследований. С учетом климатических, геологических, гидрогеологических условий и других особенностей Центральной зоны Якутии для безопасной эксплуатации ГТС возникает необходи-

мость в совершенствовании методов безопасной эксплуатации ГТС в зависимости от класса сооружений [11]. В связи с этим в соответствии с положениями [6] ставилась цель изучить современное состояние гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Центральной зоны Якутии.

Результаты исследования. Исследования выполнялись в 2016–2017 гг. на ГТС объектов сельскохозяйственного водоснабжения, находящихся в оперативном управлении ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия); далее – ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я). На 1 января 2018 г. в оперативном управлении ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я) находилось 190 ГТС водохранилищ, которые обеспечивают технической и питьевой водой, а также благоприятным микроклиматом 73 наслегов в десяти улусах республики. Объем накопленной воды в водохранилищах: девять водохранилищ объемом более 5 млн м³, 120 – объемом от 1 до 5 млн м³, 61 – объемом менее 1 млн м³. Напор на водоподпорных сооружениях от 1 до 4 м. В соответствии с критериями [11] являются гидротехническими сооружениями IV класса. Водопрпускные сооружения автоматического действия, состоящие из низконапорных насыпных грунтовых плотин, открытых, трубчатых водовыпускных и сифонных, а также естественных по рельефам территорий водосбросов. При этом из них только 23 (12 %) имеют водопрпускные сооружения капитального характера, остальные построены хозяйственным способом без проектно-сметной документации и в водные годы подвержены большому риску разрушения, представляют реальную угрозу нижерасположенным объектам народного хозяйства и населенным пунктам. Все эти объекты имеют большое значение в водообеспечении населенных пунктов хозяйственно-бытовой и технической водой. Следует отметить, что большинство сооружений эксплуатируются более 30–40 лет, следовательно, срок службы подходит к критическому пределу. Особое значение обеспечение безопасности ГТС имеет после аварий на сооружениях Сири-Холлогос Чурапчинского улуса в 2014 г., Усун-Эбэ Таттинского улуса в 2015 г. В зонах риска только крупных водохранилищ (объемом более 5 млн м³) расположено 11 населенных пунктов. Надзор за безопасностью ГТС возложен на Ленское управление Ростехнадзора. Из общего числа ГТС, поднадзорных Ленскому управлению Ростехнадзора, продекларированы и включены в Российский регистр три потенциально опасных сооружения (Матта Горного улуса, 7-й км Маганского тракта г. Якутска и Куогалы Чурапчинского улуса), на остальных декларации отсутствуют.

На основании проведенных нами натурных и камеральных исследований выявлено, что за последние 30–40 лет в Центральной зоне Якутии средняя годовая температура воздуха повысилась на 2,0–2,5 °С [12]. В результате этого в Центральной Якутии происходит деградация пород ледового комплекса, из-за чего активизируются термоденудационные процессы. По берегам практически всех водохранилищ активизировались криогенные процессы, такие как термокарст, термоэрозионные просадки (овраги), сплывы и сползание грунтов. Установлено, что особо опасными элементами являются зоны примыкания плотин к элементам долин и участки водосброса сооружений. На гребнях и откосах грунтовых плотин местами образовались колодцы и провалы, которые обычно способствуют резкой активизации эрозионных процессов при прохождении сильных ливневых дождей. На многих водохранилищах в результате активизации криогенных процессов происходит разрушение береговых линий и расширение их акваторий. Также на большинстве обследованных грунтовых плотин выявлены ондатровые (мускусная крыса) хатки. Основной проблемой является то, что вход в хатку расположен под водой и снаружи не виден, а гнездовая камера находится выше уровня воды, тем самым внутри грунтовой плотины создается полое пространство, невидимое снаружи, которое при изменении уровней воды в водохранилище создает реальную угрозу разрушения сооружения.

В части технического состояния сооружений:

- в связи с выходом из хозяйственного оборота и нахождением в нерабочем состоянии (разрушены, размыты и т. д.) подлежат ликвидации (списанию) 15 объектов (8 % от общего количества);

- в связи с потребностью в устройстве водорегулирующих сооружений, конструкций по 12 объектам (7 %) необходима реконструкция сооружений (техническое перевооружение). Ориентировочная стоимость – 140 млн руб.;

- для обеспечения безаварийной работы гидротехнических сооружений (пропуска паводковых вод) по 36 объектам (19 %) на момент обследования необходимо проведение капитального ремонта. Ориентировочная стоимость – 280 млн руб.;

- 83 объекта (44 %) требуют проведения текущего ремонта. Ориентировочная стоимость – 70 млн руб.;

- 44 объекта (24 %) находятся в удовлетворительном состоянии;

- грунтовые плотины Заозерная, Ынах куелэ, Ипподромная, Строда и Ылдьаа Куелэ в Нерюктянском наслеге Мегино-Кангаласского улуса используются под муниципальные автодороги;

- ГТС водохранилища Нидьили Арыктахского наслега Кобяйского улуса используется для регулирования водного режима особо охраняемого природного объекта озера Нидьили.

Наиболее возможную опасность населенным пунктам по месту расположения и техническому состоянию представляют 33 объекта (18 %), по которым необходимо проведение работ по реконструкции и капитальному ремонту для гарантированного обеспечения их безопасной эксплуатации в соответствии с требованиями ФЗ № 117-ФЗ [4].

Потребность в финансовых средствах, как видно из вышеуказанных итогов обследований, на реконструкцию, текущий и капитальный ремонт сооружений без учета средств на ликвидацию (списание) ГТС составляет 490 млн руб., из них на неотложные работы по реконструкции и капитальному ремонту 33 объектов – 330 млн руб. Общий объем средств, предусмотренных в 2018 г. по подпрограмме «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель» республиканской целевой программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2020 годы», составляет 232,863 млн руб. Из них затраты на эксплуатацию мелиоративных систем составляют 89,044 млн руб. (38 %), подачу воды по групповым водоводам – 62,362 млн руб. (27 %), культуртехнические работы – 48,247 млн руб. (21 %), безопасную эксплуатацию гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения – 31,403 млн руб. (13 %), комбинированное страхование ГТС и оказание услуг по обязательному страхованию гражданской ответственности – 1,805 млн руб. (0,8 %). Эксплуатационные мероприятия объектов сельскохозяйственного водоснабжения за последние пять лет, несмотря на ежегодное удорожание горюче-смазочных материалов, запасных частей, коммунальных и других услуг, финансируются в сторону убывания. Дополнительно с 2016 г. в виде иных субсидий ежегодно предусматриваются средства на проведение капитального ремонта ГТС в размере 30 млн руб. [13]. Работы по реконструкции сооружений, находящихся в оперативном управлении ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я), проводятся в рамках Инвестиционной программы Республики Саха (Якутия) через ГКУ «Дирекция строительства Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия)». При этом необходимо иметь в виду, что за последние пять лет не проведено ни одного мероприятия по реконструкции сооружений, т. е. при потребности в 330 млн руб. на неотложные работы по реконструкции и капитальному ремонту профинансировано всего 60 млн руб. (18 %) на капитальный ремонт.

В связи с продолжительной эксплуатацией и недостаточными объемами финансирования происходит износ и разрушение основных конструкций сооружений, создается высокая вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно при прохождении весеннего половодья и дождевых паводков.



Рис. 1. Гидроузел «Матта» села Бердигестях Горного улуса Республики Саха (Якутия) во время весеннего половодья
Fig. 1. Hydraulic node «Matta» in the village of Berdigests of the Mountainous ulus of the Republic of Sakha (Yakutia) during the spring high water

Происшедшая в 1990-х гг. реорганизация структуры государственного управления водного хозяйства и мелиорации в Республике Саха (Якутия), разгосударствление региональных проектных институтов и потеря в связи с этим части информационного материала о водохозяйственных объектах негативно отражаются на организации работ по безопасной эксплуатации ГТС.

Специализированная техника эксплуатирующей организации составляет 43 единицы, в том числе автосамосвалов КАМАЗ – 6 единиц, бульдозеров марки Б-10, Шантуй – 10 единиц, экскаваторов марки ЕТ-16, Хюндай – 24 единицы, фронтальных погрузчиков – 2 единицы, автокран на базе автомобиля Урал – 1 единица. При этом необходимо учесть, что кроме двух автосамосвалов, семи бульдозеров, двух экскаваторов Хюндай и двух фронтальных погрузчиков, 70 % имеющейся спецтехники выпущены в 1990 – начале 2000-х гг. Обеспеченность штатными единицами механизаторов составляет: автосамосвалы – 100 %, бульдозеры – 5 %, экскаваторы – 70 %, погрузчики – 50 %, автокран – 100 %. Дефицит штатных единиц покрывается услугами аутсорсинга по ФЗ № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», что отрицательно сказывается на качестве предоставляемых услуг и техническом состоянии спецтехники.

Выводы и предложения. Исходя из проведенных исследований в целях обеспечения безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения, снижения уровня негативного воздействия водных объектов вносим следующие предложения:

– эксплуатирующие организации должны неукоснительно соблюдать нормативные требования по безопасной эксплуатации сооружений;

– следует пересмотреть подпрограмму «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель» Государственной программы Республики Саха (Якутия) с учетом потребности финансового обеспечения в соответствии с действующими нормативными требованиями по безопасной эксплуатации ГТС с ежегодным увеличением размера финансирования на величину принятых дефляторов; сохранить выделение средств на финансирование капитального ремонта ГТС в виде иных субсидий;

– стоит рассмотреть возможность создания единого органа управления в области мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения на базе ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я) с делегированием части полномочий исполнительной власти, с выделением в государственном бюджете РС (Я) финансирования в области мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения отдельной защищенной строкой, в том числе отдельного плана инвестиционной программы на реконструкцию, восстановление и проведение капитального ремонта существующих ГТС;

– в связи с внесением изменений в Федеральный закон № 117-ФЗ [4] нужно провести работы по преддекларационному обследованию для уточнения классификации ГТС в соответствии с критериями [11];

– с учетом развития термоденудационных процессов в ближайшие годы требуется проведение работ по геокриологическому мониторингу гидроузлов (температурный режим, криогенное строение и льдистость многолетнемерзлых пород, наличие фильтрации и др.) с заложением сети геотермических и пьезометрических скважин;

– необходимы усовершенствование и введение новых методов и способов безопасной эксплуатации для превентивной защиты сооружений от землеройных животных, интенсификации промерзания тела

и основания грунтовых плотин; пересмотр объемов водохранилищ с учетом водопотребления населенных пунктов, экологической ситуации и гидрологического режима малых рек;

– водохранилища с гидротехническими сооружениями, имеющие второстепенное значение для

экономики и жизнедеятельности населения, а также используемые не по целевому назначению, должны быть переданы муниципальным образованиям и иным органам исполнительной власти для целевого использования.

Литература

1. Среднегодовая численность населения по муниципальным образованиям на 01.01.2017 // *Официальная статистика территориального органа федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия)*. Якутск, 2017. URL : http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/en/statistics/population (дата обращения: 01.04.2018).
2. Показатели численности скота, производства и отгрузки сельскохозяйственной продукции в Республике Саха (Якутия) на 01 января 2018 года : стат. бюл. № 10/19 Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2018. С. 6–15.
3. Лоскин М. И. Состояние гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Лено-Амгинского междуречья, построенных на ледовом комплексе в условиях потепления климата // *Инновационные подходы к проблемам и перспективам развития АПК в Республике Саха (Якутия)*. Воронеж : Издат-принт, 2017. С. 281–290.
4. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (последняя редакция) // URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265 (дата обращения: 27.03.2018).
5. Требования к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений) : приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 октября 2015 г. № 395. М., 2015. 13 с.
6. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. М., 2012. 47 с.
7. Сыромятников И. И., Готовцев С. П., Лоскин М. И. Ухудшение состояния гидротехнических сооружений центральной Якутии как признак глобального потепления климата // *Мат. XI Междунар. симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения*. Магадан, 5–8 сентября 2017 г. : тезисы докл. Якутск : Издательство ФГБУН Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017. С. 328–329.
8. Чжан Р. В. Геокриологические принципы работы грунтовых плотин в криолитозоне в условиях меняющегося климата // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9. С. 288–296.
9. Чжан Р. В. Проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений низкого напора в криолитозоне (на примере Якутии). Якутск : Издательство Института мерзлотоведения СО РАН, 2000. 160 с.
10. Низконапорные гидроузлы криолитозоны Якутии: рекомендации по проектированию и строительству / ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. Якутск : Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2012. С. 62–67.
11. Постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений» // URL : <http://base.garant.ru/70495114> (дата обращения: 27.03.2018).
12. Балобаев В. Т., Скачков Ю. Б., Шендр Н. И. Прогноз изменения климата и мощности мерзлых пород центральной Якутии до 2200 года // *География и природные ресурсы*. 2009. № 2. С. 50–56.
13. План работ по исполнению государственного задания на 2018 год ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) : приказ ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) № 22-п от 01.02.2018 // Руководитель ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия). 2018. 4 с.

References

1. Average annual population by municipalities as of 01.01.2017 // *Official statistics of the territorial body of the federal service of state statistics for the Republic of Sakha (Yakutia)*. Yakutsk, 2017. URL : http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/en/statistics/population (reference date: 04.01.2018).

2. Indicators of livestock numbers, production and shipment of agricultural products in the Republic of Sakha (Yakutia) as of January 1, 2018: statistical bulletin No. 10/19 of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Sakha (Yakutia). Yakutsk, 2018. P. 6–15.
3. Loskin M. I. The state of hydraulic structures of agricultural water supply facilities of the Leno-Amginsky interfluve, built on an ice complex in the conditions of climate warming. // Innovative approaches to the problems and prospects for the development of the agro-industrial complex in the Republic of Sakha (Yakutia). Voronezh : Izdat-print, 2017. P. 281–290.
4. Federal Law of July 21, 1997 No. 117-FZ «On the Safety of Hydraulic Structures» (last version) // URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265 (reference date: 27.03.2018).
5. Requirements for the content of the rules for the operation of hydraulic structures (with the exception of navigable and port hydraulic structures) : the order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated October 2, 2015, No. 395. M., 2015. 13 p.
6. SP 58.13330.2012 «Hydraulic engineering structures. Basic provisions». Updated version of SNiP 33-01-2003. M., 2012. 47 p.
7. Syromyatnikov I. I., Gotovtsev S. P., Loskin M. I. Deterioration of the state of hydraulic engineering structures in central Yakutia as a sign of global warming. // Materials of the XI International symposium on problems of engineering permafrost. Magadan, September 5–8 2017 : abstracts of the reports. Yakutsk : Publishing House of the FGBUN of the Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS. 2017. P. 328–329.
8. Zhang R. V. Geocryological principles of operation of ground dams in the permafrost zone in the conditions of a changing climate // Fundamental research. 2014. No. 9. P. 288–296.
9. Zhang R. V. Design, construction and operation of hydraulic structures of low head in the permafrost zone (for example, Yakutia). Yakutsk : Publishing House of the Permafrost Institute SB RAS, 2000. 160 p.
10. Low-pressure hydrosols of the cryolithozone of Yakutia: recommendations for design and construction / FG-BUN Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS. Yakutsk : Publishing House of the FGBUN Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS, 2012. P. 62–67.
11. Resolution of the Government of the Russian Federation of November 2, 2013, No. 986 «On the Classification of Hydraulic Structures» // URL : <http://base.garant.ru/70495114> (reference date: 27.03.2018).
12. Balobaev V. T., Skachkov Yu. B., Shender N. I. The forecast of climate change and the thickness of frozen rocks in central Yakutia to 2200 // Geography and natural resources. 2009. № 2. P. 50–56.
13. Work plan for the execution of the state task for 2018 The State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia) : the order of the State Administration for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia) No. 22-p dated 01.02.2018 // Head of the State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and food policy of the Republic of Sakha (Yakutia). 2018. 4 p.