

ЛЕГКОВОССТАНОВИМОЕ ДРЕНАЖНОЕ УСТЬЕВОЕ СООРУЖЕНИЕ

Э. Н. Шкутов, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

Д. В. Лодыга, магистр технических наук, аспирант

РУП «Институт мелиорации», ведущий инженер РУП «РНТЦ по ценообразованию в строительстве»,
Минск, Беларусь

Аннотация

В статье изложены краткие сведения о конструкциях дренажных устьевых сооружений, применяемых в современной мелиоративной практике; представлена экспериментальная конструкция нового устьевого сооружения типа УДЛ; выполнен расчет стоимости единицы устройства устьевого сооружения для различных диаметров и типов в сопоставимых условиях. На основании полученных данных проведен технико-экономический анализ устройства устьевых сооружений различных типов и диаметров; обосновано применение устьевого сооружения типа УДЛ.

Ключевые слова: устьевое сооружение, коллекторно-дренажная сеть, устье дренажное легковосстановимое (УДЛ); умышленно ослабленный элемент.

Abstract

E. N. Shkutov, D. V. Lodyha

EASY-RECOVERABLE DRAINAGE WELLHEAD STRUCTURE TYPE EDW.

The article provides brief information about the designs of drainage wellhead structures used in modern reclamation practice; experimental design of a new wellhead structure of the type EDW is presented; the cost per unit of a wellhead structure device for various diameters and types was calculated under comparable conditions. Based on the data obtained, a feasibility study was conducted on the structure of wellhead structures of various types and diameters; justified the use of wellhead construction type EDW.

Keywords: pairing, wellhead structure; collector and drainage network; drain catchment; easy-recoverable drainage wellhead (EDW); intentionally weakened element; wellhead kit; software package «RSTC.smeta»; comparable conditions; technical and economic indicators; comparative analysis; material consumption; ice cork.

Введение

В мелиоративной практике в качестве основных сооружений для сопряжения открытой проводящей сети (или водоприемника) с коллекторно-дренажной сетью применяются дренажные устьевые сооружения различных конструкций, число конструкций применявшихся в мелиорации весьма велико. Даже перечислить их в рамках статьи затруднительно. Поэтому ограничимся несколькими примерами, наиболее распространенными в современной практике мелиоративного строительства, реконструкции и ремонтов.

Дренажные устьевые сооружения в настоящее время выполняются как сборные полиэтиленовые, хризотилцементные и железобетонные (рисунки 1–3) [1, 2].

Все приведенные конструкции широко используются на дренажных системах мелиоративных объектов Республики Беларусь и в большей или меньшей степени обеспечивают работоспособность дренажа. Условия применения и эксплуатации дренажных устьев очень разнятся по территории республики.

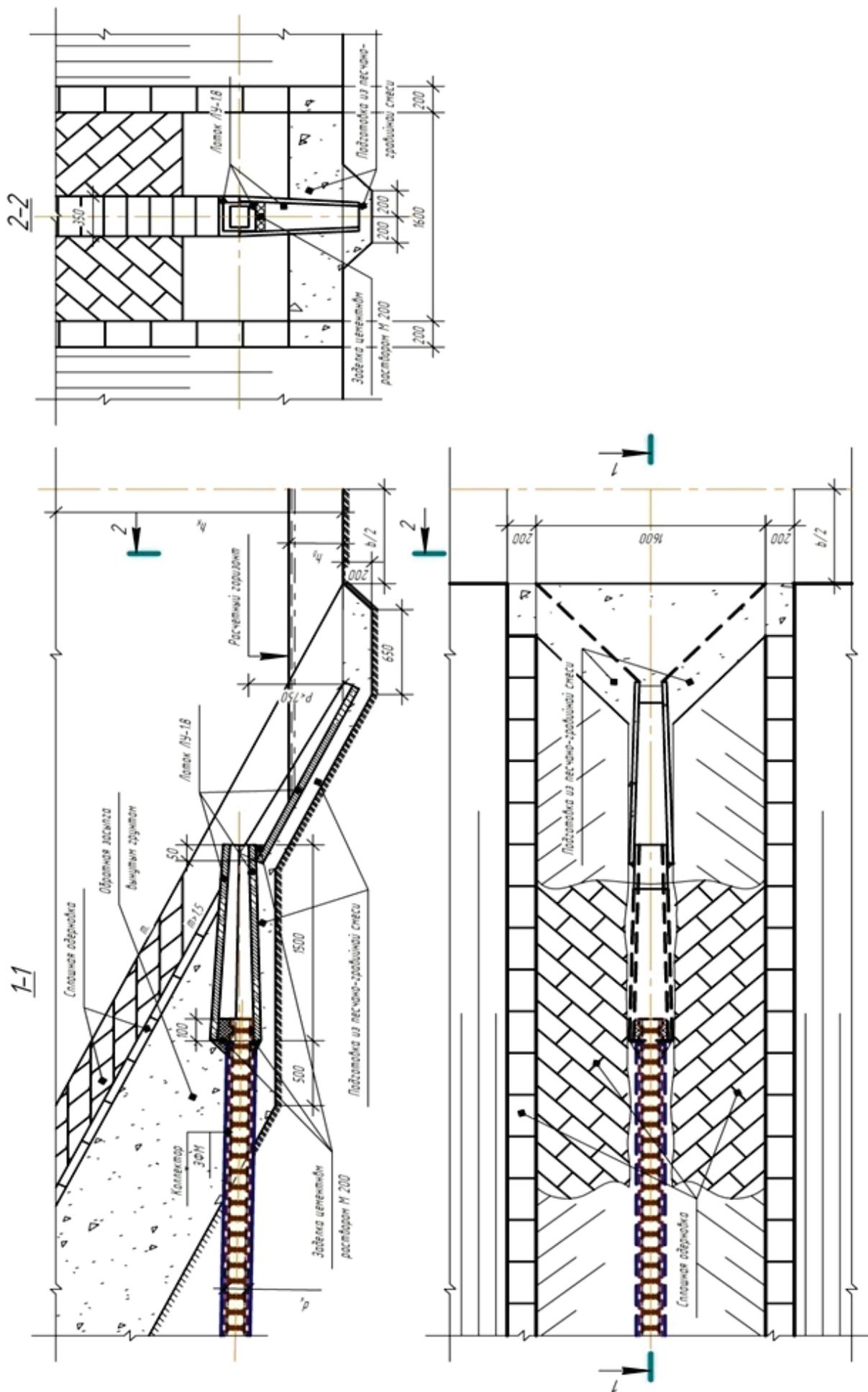


Рисунок 1 – Железобетонное дренажное устьевое сооружение УЛ-1-1.8-75 из корычатых блоков ЛУ-1,8

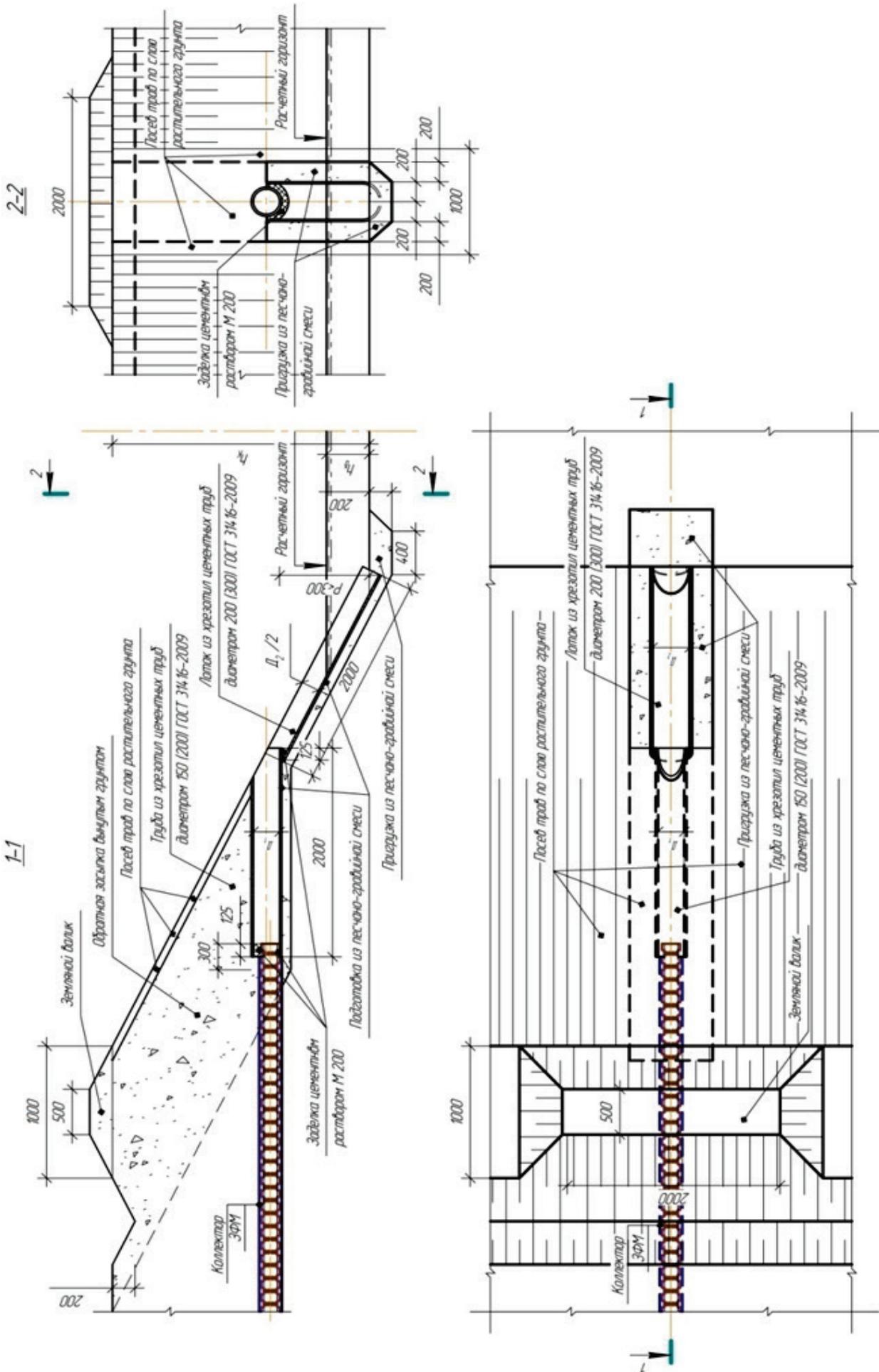


Рисунок 2 – Хризотилцементное дренажное устьевое сооружение

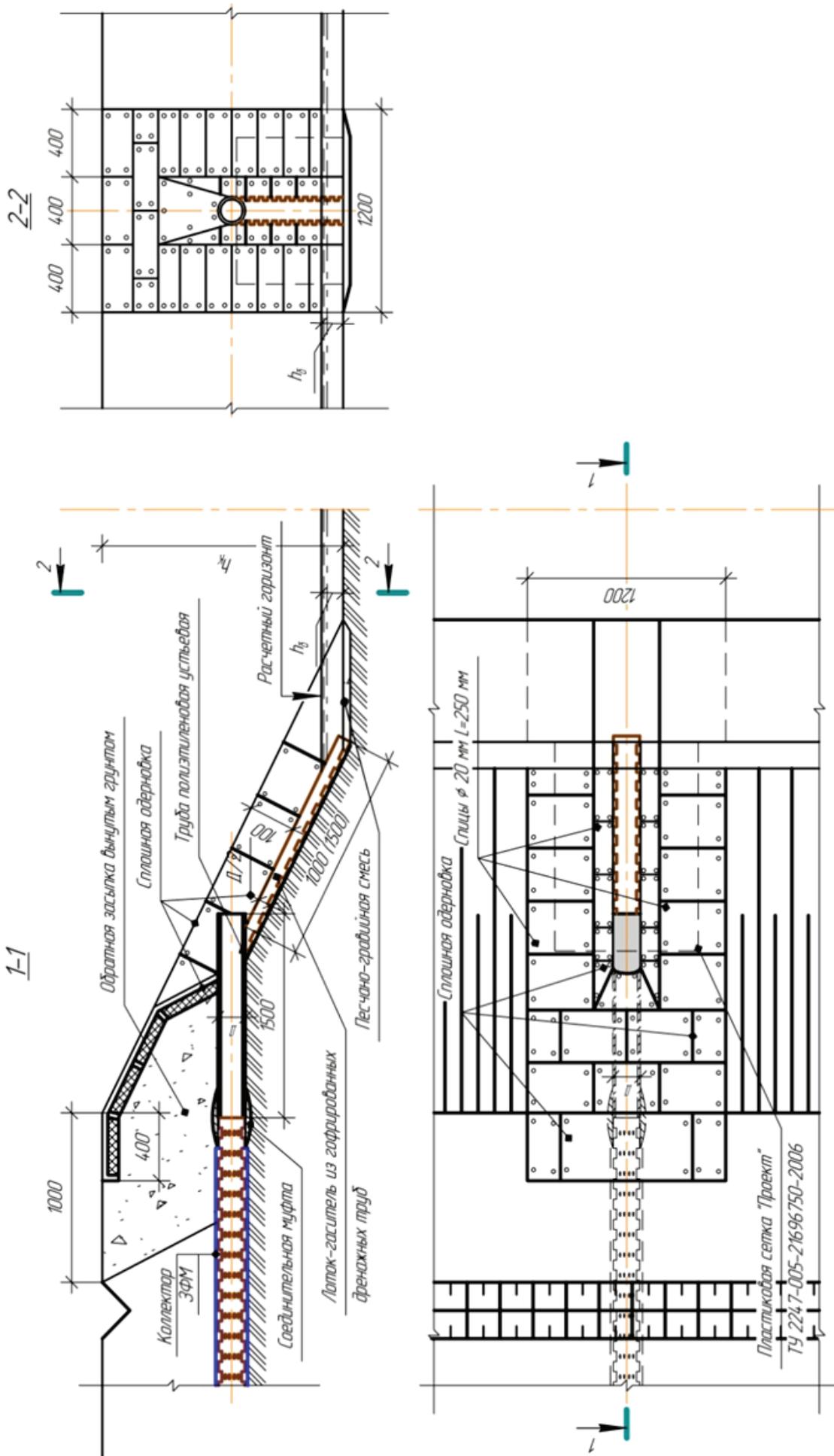


Рисунок 3 – Облегченные полиэтиленовые дренажные устья мелиоративных систем

Соответственно различаются и длительность нормальной работы устьевых сооружений. Причины повреждений и выхода из строя дренажных устьев можно разделить на 2 типа:

- естественные, связанные с погодными воздействиями и гидрологическими условиями в каналах, на откосах которых установлены устья (заиливание канала, осадка откосов, соскальзывание по откосу элементов устьевого сооружения и др.);

- техногенные, которые обусловлены воздействиями на устья техники (при окашивании откосов, подчистке каналов от заиливания и др.).

Конструкция устьевого сооружения

В технике часто возникает задача минимизации повреждений от неизбежных в процессе эксплуатации разрушительных воздействий, конструктивно противостоять которым невозможно, либо экономически нецелесообразно. Устоявшимся решением таких задач является включение в конструкцию элементов, которые обеспечивают работоспособность в требуемых диапазонах и разрушаются при уровнях воздействий уже превышающих рабочие величины нагрузок, но еще не опасных для основных элементов технических систем (плавкие предохранители и разрядники в электрических сетях, ослабленные пластины в мостах, разрушающиеся при землетрясениях, плавкие предохранители в котлах высокого давления, разрывные мембраны в трубопроводах высокого давления и др.).

С учетом такого подхода и была разработана конструкция предлагаемого устьевого сооружения. Кроме того, при разработке конструкции мы попытались сделать конструкцию максимально технологичной и бюджетной в части изготовления, монтажа и ремонта.

Помимо этого, безусловно, основного посыла, при разработке конструкции, выбора материалов и размещения элементов устьевого сооружения на откосе канала был принят во внимание длительный опыт наблюдений авторов и эксплуатирующих мелиоративные системы организаций, за динами-

Причем, если естественные причины обычно ухудшают состояния устьев понемногу, в течение длительного времени и потому водный режим на осушенных площадях длительное время остается приемлемым, то при техногенном воздействии разрушение происходит мгновенно и, что самое главное, зачастую повреждается и труба коллектора, ремонт которой требует значительных затрат.

Данная статья посвящена вопросам разработки конструкции устьевого сооружения, которое будет снижать негативные последствия подобных повреждений и уменьшать затраты на восстановление работоспособности дренажа.

кой состояния дренажных устьев различных конструкций в производственных условиях при эксплуатации на всей территории Республики Беларусь. Рамки статьи не позволяют представить весь спектр вариантов фотоматериалов на тему устойчивости и разрушений устьев. Но один, пожалуй, самый яркий пример такой устойчивой конструкции мы приведем. На рисунке 4 представлено устьевое сооружение на объекте напорного питания (дренажный сток круглый год) «Осово», в Пуховичском районе Минской области. Оно было выполнено в единственном экземпляре (во всяком случае, нам не удалось обнаружить других таких вариантов), предполагаем, как временное решение, но оказалось самым устойчивым вариантом на данном объекте.

В течение 10 лет мы наблюдали, как данная конструкция противостояла погодным условиям, заиливанию канала и ежегодному окашиванию откосов канала различными механическими косилками, навешанными на тракторах МТЗ различных модификаций.

Устье обеспечивало устойчивость откоса и отвод дренажного стока круглый год. Ледяные пробки если и образовывались, то на короткое время (до 5 дней). Водный режим на участке дренажа из-за этого не нарушался. Как правило, теплые воды дренажного стока быстро растапливали ледяные пробки, образовывавшиеся в короткие периоды экстремальных морозов.



Рисунок 4 – Дренажное устьевое сооружение (временное упрощенное решение), представляет собой вывод коллекторной трубы на откос, лотком является продолжение коллекторной трубы, наполовину срезанной сверху

Весь период использования в месте падения струи дренажного стока наблюдалось наличие на дне канала воронки гашения, глубиной до 0,2 м, которая, впрочем, не нарушала устойчивость поперечного сечения канала.

Для сравнения остальные устьевые сооружения на данном объекте (их конструкция

приведена на рисунке 2) к моменту съёмки в 2018 г. были разрушены: хризотилцементные лотки, а иногда и устьевые трубы, сползли вниз по откосу и, в основном, были погребены под слоем ила (рисунок 5). Истечение дренажного стока происходит непосредственно из полиэтиленовых труб коллекторов в промоины, образовавшиеся на откосах каналов.



Рисунок 5 – Хризотилцементное дренажное устьевое сооружение со съехавшим по откосу устьевым лотком и трубой (труба погребена в иле ниже лотка, на фото не видна, но прощупывается зондом)

Откосы промоины выровнены для обеспечения визуального доступа к элементам устья. В естественном состоянии они нависают над промоиной и со временем обрушиваются, промоина будет расширяться и способствовать быстрому заилению канала.

С учетом вышеприведенных сооружений была разработана следующая конструкция легковосстановимого дренажного устьевое сооружения (рисунок 6).

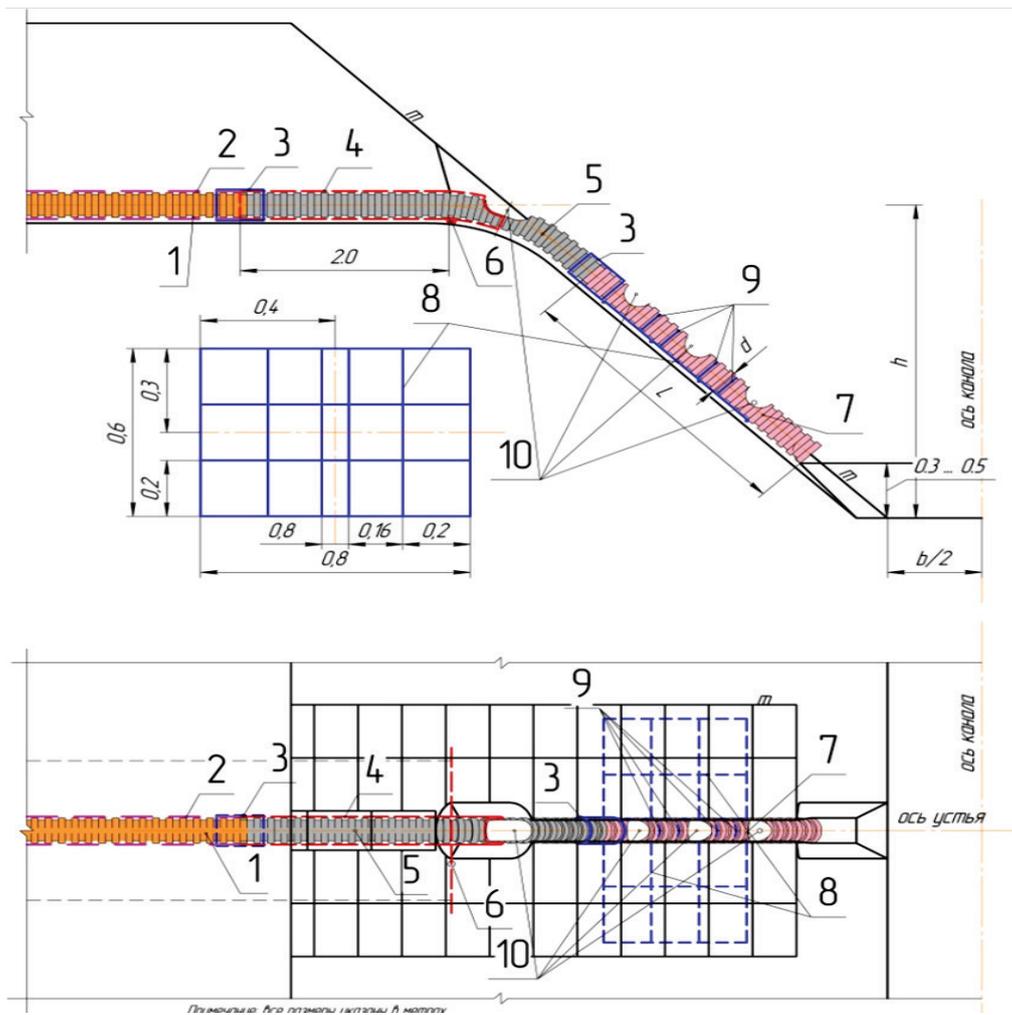


Рисунок 6 – Легковосстановимое дренажное устьевое сооружение (УДЛ):

1. Дренажный коллектор (полиэтиленовый, керамический и др.); 2. Защитно-фильтрующий материал; 3. Соединительная муфта из ПЭТ; 4. Полимерная плёнка; 5. Заготовка устьевое сооружения; 6. Ось изгиба заготовки; 7. Добор (доборный лоток); 8. «Фартук» крепления устья к откосу; 9. Хомут пластиковый; 10. Технические отверстия для эксплуатации сооружения

Устье дренажное легковосстановимое (УДЛ) предполагается выполнять из полиэтиленовых гофрированных дренажных труб того же диаметра что и коллектор или ближайшего большего (при сопряжении с существующими керамическими, бетонными или иными коллекторами, диаметры которых отсутствуют в современных сортаментах пластмассовых дренажных труб).

В конструкцию УДЛ введен умышленно ослабленный элемент, (3, рисунок 6) в месте подключения устья к коллекторно-дренажной сети. Он позволит отключить коллектор-

но-дренажную сеть от устьевое сооружения при его разрушении в ходе проведения ремонтно-эксплуатационных работ или реконструкции открытой проводящей сети (без повреждения трубы коллектора), вместе с тем умышленно ослабленный элемент, работая как соединительная муфта (3, рисунок 6) обеспечивает надежность соединения при штатной работе дренажа.

Более подробное описание конструкции и технологии его строительства предполагаем опубликовать после оформления патента на «полезную модель».

Методика технико-экономического обоснования применения устьевое сооружения УДЛ

Для технико-экономического обоснования применения устьевое сооружения УДЛ нами был проведен сравнительный ана-

лиз показателей устройства единицы каждого вида дренажного устьевое сооружения, с разбивкой по диаметрам. Для этих целей

были определены: вес устья (с учетом диаметров сопрягаемых коллекторов); объем основных материальных ресурсов; объёмы производства работ; затраты труда и проведен расчет стоимости устройства устьевого сооружения.

Расчет стоимости единицы устьевого сооружения выполнялся в сопоставимых условиях (регион устройства: Минская об-

Результаты исследования и их обсуждение

Железобетонное устьевое сооружение (рисунок 1) состоит из 3 коробчатых блоков марки ЛУ-1,8 и имеет общий вес 225 кг, включая 15 кг – арматура [1, 4]. Конструкция сооружения предполагает: укладку блоков на подготовку из ПГС, пригрузку лотка лежащего на откосе у дна канала ПГС, заделку стыков лотков и соединения лотков и коллектора цементным раствором, закрепление откоса вблизи сооружения сплошной одерновкой.

Хрезотилцементное устьевое сооружение (рисунок 2) состоит из устьевого трубы из хрезотилцементных труб марки БМТ длиной 2 м и диаметром 150, 200 или 300 мм и лотка из хрезотилцементной трубы диаметром 200, 300 или 400 мм распиленной вдоль. Вес такого устьевого сооружения составляет от 35 до 110 кг в зависимости от диаметра сопрягаемого коллектора [5]. Конструкция сооружения предполагает: укладку устьевого трубы и лотка на подготовку из ПГС, пригрузку лотка на откосе у дна канала ПГС, заделку стыков трубы и лотка и соединения трубы и коллектора цементным раствором, закрепление откоса вблизи сооружения посевом многолетних трав.

Полиэтиленовое облегченное дренажное устьевое сооружение (рисунок 3) состоит из: водосбросного лотка-гасителя марки УПС-1,0 или УПС-1,5 с приваренной к нему полимерной сеткой; трубы полиэтиленовой устьевого диаметром 90, 110, 125, 160 и 200 мм и длиной 1,5 м и соединительной муфты (устьевого комплект). Вес такого устьевого сооружения составляет от 7 до 12 кг в зависимости от диаметра сопрягаемого коллектора и длины лотка гасителя [2,

ласть; тип грунтов устройства: минеральные; дальность возки сыпучих материалов 20 км; глубина закладки коллектора 1,0 м; заложение откоса канала 2,0 и др.), с учетом различия по диаметрам сопрягаемых коллекторов, при помощи программного комплекса «RSTC.smeta» версия 9.1 с базой текущих цен по состоянию на 01 февраля 2020 года [3].

6]. Конструкция сооружения предполагает: установку полиэтиленового комплекта на откосе, подключение к коллектору соединительной муфтой и закреплением откоса вблизи сооружения сплошной одерновкой.

Легковосстановимое устьевое сооружение (УДЛ) состоит из устьевого трубы из гофрированных дренажных труб диаметром 90, 110, 160 или 200 мм длиной 2 м, добора из гофрированных дренажных труб диаметром 90, 110, 160 или 200 мм длиной 1 м, фартука (сетка) из полимерных стержней размером 0,8x0,6 м и 2 муфт из полиэтилентерефталата (в зависимости от диаметра коллектора) диаметром 90, 110, 160 или 200 мм. Вес такого устьевого сооружения составляет от 2,1 до 6,6 кг [7, 8]. Конструкция сооружения предполагает: установку устья на откосе, подключение сооружения к коллектору соединительной муфтой (умышленно ослабленный элемент) и закреплением откоса вблизи сооружения сплошной одерновкой.

Для определения стоимости устройства дренажных устьевых сооружений различных типов и диаметров в сопоставимых условиях был определен перечень необходимых для устройства сооружений материальных ресурсов и видов работ (таблица 1) [3, 9].

Сравнение стоимости устройства устьевых сооружений различного диаметра и типа сооружения представлено на рисунке 7.

Расчет стоимости устройства устьевого сооружения показал, что стоимость устройства железобетонного устьевого сооружения

УЛ-1х1,8-75, как и ожидалось, оказалась наибольшей и для всех диаметров коллекторов составила 243 бел. руб. и общими затратами труда 7,88 чел.-ч. Далее по стоимости устройства идут хрезотилцементные устьевые сооружения со стоимостью 142 бел. руб. с общими затратами труда 5,96 чел.-ч (диаметром

до 150 мм) и 163 бел. руб. с общими затратами труда 5,99 чел.-ч (диаметром от 150 до 200 мм). Затем по стоимости идут устьевые сооружения типа УПС и составило от 116 до 141 бел. руб. в зависимости от диаметра сооружения с общими затратами труда от 3,66 до 4,39 чел.-ч.

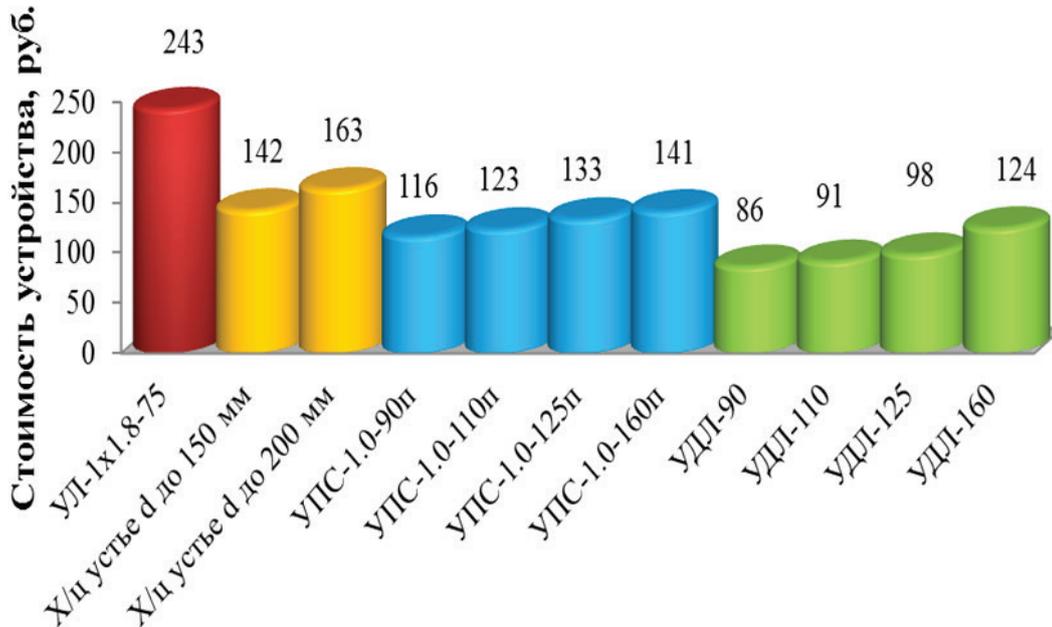


Рисунок 7 – Сравнение стоимости устройства различных типов устьевых сооружений

Как предполагалось, наименьшая стоимость устройства устьевого сооружения типа УДЛ – от 86 до 124 бел. руб. в зависимости от диаметра с общими затратами труда от 2,76 до 2,99 чел.-ч.

На основании полученных результатов был выполнен анализ технико-экономических показателей типов устьевых сооружений и диаметров их устройства. Для удобства данные сведены в таблицу 2.

Сравнительный анализ технико-экономических показателей показывает, что наиболее предпочтительным для применения в мелиоративной практике является легковосстановимое устьевое сооружение типа УДЛ всех представленных диаметров в расчете. Общая стоимость устройства устьевых сооружений ниже ближайших по показателю сооружений типа УПС на 26 % при диаметрах 90, 11 и 125 мм и составляет 86, 91 и 98 бел. руб. соответственно и на 12 % при устройстве коллектора диаметром 160 мм и составляет 124 бел. руб. Номинальный вес сооружений типа УДЛ ниже ближайших

по показателю сооружений на величину от 22 до 70 % в зависимости от диаметра сооружения. Затраты трудовых ресурсов на устройство единицы устьевого сооружения ниже ближайших по показателю сооружений типа УПС на 25–32 % и составляют 2,67 и 2,99 чел.-ч. В зависимости от диаметра сооружения. Затраты ресурсов на материалы, изделия и конструкции в зависимости от диаметра сопрягаемого сооружения ниже на 28, 31 и 25 % к ближайшему типу сооружения и составила 33, 38 и 41 бел. руб. Однако при устройстве устьевого сооружения диаметром 160 мм тип устьевого сооружения УПС показал более низкую материалоемкость в 60 бел. руб., что на 10 % ниже ближайшего типа УДЛ.

Но при этом УДЛ обеспечивает сохранность устьевой трубы при повреждениях устьевого сооружения, простоту и малозатратность восстановления работоспособности дренажных систем после подчистки каналов.

Таблица 1 – Объем основных видов работ и материальных ресурсов, необходимых для устройства

Наименование работы или материала	Вариант устьевое сооружения															
	УЛ-1х1,8-75			Хрезотилцементное устьевое сооружение			Облегченное устьевое сооружение типа УПС			Легковосстановимое устьевое сооружение типа УДУ						
	90	110	125	160	90	110	125	160	90	110	125	160	90	110	125	160
1. Разработка грунта (механизмами и вручную), м ³	8,45			0,98	0,98	0,98	0,98	1,1	1,1	1,1	1,65	1,65	1,1	1,1	1,3	1,3
2. Устройство подготовки из ПГС, м ³ (+ стоимость ПГС)	0,7			0,3	0,3	0,3	0,3	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	-	-	-	-
3. Устройство конструкций из железобетона, м ³ в том числе:	0,9			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- бетон тяжелый класса С18/22.5, м ³	0,87			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- сталь арматурная S 240, кг	13			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Заделка стыков цементным раствором М 200, м ³	0,003			0,008	0,008	0,008	0,008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Установка хрезотилцементных труб, м в том числе:	-			3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- хрезотилцементная труба d=150 мм, м	-			2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- хрезотилцементная труба d=200 мм, м	-			1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- хрезотилцементная труба d=300 мм, м	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Установка полиэтиленового комплекта(+стоимость), шт.	-			-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Обратная засыпка механизмами и вручную), м ³	5			0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8	0,8	1,0	1,0
7. Крепление откосов сплошной одерновкой, м ²	12,5			-	-	-	-	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0
8. Крепление откосов посевом трав, м ²	-			8,3	8,3	8,3	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 – Анализ технико-экономических показателей устройства устьевых сооружений

Шифр устьевого сооружения		Вес сооружения, кг	Общая стоимость устройства, руб.	Стоимость СМР, руб.	Расходы на материалы изделия и конструкции, руб.	Затраты труда рабочих / машинистов, чел.-ч
УЛ-1х1.8-75	90	225,0	243	169	94	7,38/0,5
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-90п		7,0	116	81	46	3,34/0,32
УДЛ-90		2,1	86	59	33	2,45/0,31
УЛ-1х1.8-75	110	225,0	243	169	94	7,38/0,5
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-110п		7,5	123	87	55	3,50/0,32
УДЛ-110		3,0	91	64	38	2,45/0,31
УЛ-1х1.8-75	125	225,0	243	169	94	7,38/0,75
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-125п		8,0	133	93	55	3,88/0,33
УДЛ-125		3,4	98	69	41	2,67/0,32
УЛ-1х1.8-75	160	225,0	243	169	94	7,38/0,75
Х/ц устье d до 200 мм		66,40	142	108	63	5,89/1,0
УПС-1,0-160п		8,5	141	99	60	4,05/0,34
УДЛ-160		6,6	124	95	67	2,67/0,32

Выводы

На основании проведённых анализа и технико-экономических расчетов можно сделать вывод, что применение устьевого сооружения типа УДЛ экономически и технически оправдано, поскольку сооружение имеет:

1. Низкий номинальный вес (при $d = 90$ мм – 2,1 кг; при $d = 110$ мм – 3,0 кг; при $d = 125$ мм – 3,4 кг; при $d = 160$ мм – 6,6 кг).

2. Наиболее низкую из рассмотренных стоимость устройства единицы устьевого сооружения (при $d = 90$ мм – 86 бел. руб.; при $d = 110$ мм – 91 бел. руб.; при $d = 125$ мм – 98 бел. руб.; при $d = 160$ мм – 124 бел. руб.).

3. Низкие затраты трудовых ресурсов (при $d = 90$ мм – 2,46 чел.-ч; при $d = 110$ мм – 2,46. чел.-ч; при $d = 125$ мм – 2,99 чел.-ч; при $d = 160$ мм – 2,99 чел.-ч).

4. Низкую материалоемкость (при $d = 90$ мм – 33 бел. руб.; при $d = 110$ мм – 38 бел. руб.; при $d = 125$ мм – 41 бел. руб.).

5. Внедренный умышленно ослабленный элемент при соединении устьевого сооружения и коллекторно-дренажной сети, для предотвращения повреждения последней при

выполнении ремонтно-эксплуатационных работ и реконструкции открытой проводящей сети (или водоприемника).

6. Простоту и дешевизну производства устьевого комплекта (сооружения).

Несмотря на определенные преимущества типа сооружения УДЛ, пока мы можем рекомендовать к применению разработанную конструкцию только на объектах южной и центральной зон республики. В настоящее время ещё не исследован вопрос влияния на устойчивость устьевых сооружений типа УДЛ ледяных пробок, образующихся в зимний период. Конструкция (рисунок 3) с гладкой устьевой трубой вероятно лучше приспособлена для выталкивания ледяных пробок, чем гофрированная труба предлагаемого варианта. К тому же, из-за относительно небольшой продолжительности периода внедрения нет данных по повреждениям этих конструкций (рисунок 3). Поэтому для северной части республики по-прежнему можно рекомендовать облегченные полиэтиленовые дренажные устья.

Библиографический список

1. Дренажное устье УЛ-1-1.8-75. Вариант с устьевой трубой из лотков / Мелкие сооружения на мелиоративных системах : техно-рабочий проект. – Минск, 1976. – Альбом I. Мелкие сооружения на осушительной сети. Пояснительная записка, чертежи. – С. 45–46.
2. Дренажное устье полиэтиленовое сборное : Б.820-01-2.05. Типовые проектные решения. Альбом I. Пояснительная записка, чертежи. Альбом II. Сметы.
3. Программный комплекс «RSTC.smeta» : версия 9.1: разработ. Государственным предприятием «РНТЦ по ценообразованию в строительстве» (версия базы текущих цен по состоянию на 01 февраля 2020 года).
4. Мурашко, А. И. Новые конструкции дренажных устьев / А. И. Мурашко, В. Т. Климков, Ф. А. Лебедев // Мелиорация и использование осушенных земель : сб. ст. / Мин-во мелиорации и водного хозяйства СССР, Белорусский науч.-исслед. институт мелиорации и водного хозяйства ; редкол.: М. В. Зубец (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Урожай, 1967. – Т. XV. – С. 54–59.
5. Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия : ГОСТ 31416-2009. – Взамен ГОСТ 539-80 и ГОСТ 1839-80 ; введ. РБ 01.01.2012. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2012. – 24 с.
6. Облегченные полиэтиленовые дренажные устья мелиоративных систем [Электронный ресурс] / Продукция и услуги / Продукция / конструкции дренажных систем – Режим доступа: <https://niimel.by/>. – Дата доступ : 29.01.2020.
7. Легковосстановимое дренажное устье : заявка U 20200031 / Э. Н. Шкутов, Д. В. Лодыга. – Зарегистрирована 07.02.2020.
8. Муфта-переходник для соединения дренажных труб : пат. ВУ 11117 / Э. Н. Шкутов, В.П. Иванов, В. А. Деревянко. – Опубл. 15.04.2016.
9. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы : НРР 8.03.101-2017. – Введ. 31.10.2016. – Сборник 1. Земляные работы.

Поступила 10.03.2020