

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-28-33>

УДК 626.86:631.62



## КОНСТРУКЦИЯ УСТЬЕВОГО СООРУЖЕНИЯ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ И КРЕПЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РУЧЬЯ

В.В. Пчёлкин , Е.А. Попова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

**Аннотация.** Цель работы – разработка конструкции устьевого сооружения дренажной системы и крепления поперечного сечения ручья первой очереди строительства военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ». В статье дана новая конструкция устьевого сооружения в дренажной системе и крепления поперечного сечения ручья. Предложенная конструкция устья позволит повысить качество дренажных вод, сбрасываемых в водоприемник, за счет снижения скорости течения воды в щебеночной обсыпке, так как при этом взвешенные частицы будут выпадать в осадок. Кроме того, со временем на поверхности отдельных фракций щебня образуются зеленые водоросли, которые, поглощая растворенные в воде вещества, очищают ее. В статье предложена новая конструкция крепления поперечного сечения ручья, способная перехватывать напорные грунтовые воды в местах их выклинивания, для предотвращения вымывания мелкозема, способствующего образованию провалов и обрушению откосов ручья. Работа без сбоев (2015-2025 гг.) конструкции устьевого сооружения в дренажной системе и крепления поперечного сечения ручьев доказывает их хорошую работоспособность и адекватность разработанных технических решений. Показано, что при строительстве устьевых сооружений в дренажных системах и креплениях поперечных сечений водотоков, осуществляющихся в XXI в., необходимо использовать опыт предыдущих поколений при проектировании и эксплуатации устьевых сооружений в дренажных системах, креплениях поперечных сечений водотоков, а также новые, более совершенные и экологически выгодные решения.

**Ключевые слова:** устьевое сооружение, дренажная система, геотекстиль, дренажное устройство, фильтрующая обсыпка, крепления поперечных сечений

**Формат цитирования:** Пчелкин В.В., Попова Е.А. Конструкция устьевого сооружения дренажной системы и крепление поперечного сечения ручья // Природообустройство. 2025. № 4. С. 28-33. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-28-33>

Original article

## THE DESIGN OF THE MOUTH OF THE DRAINAGE SYSTEM AND THE FASTENING OF THE CROSS-SECTION OF THE STREAM

V.V. Pchelkin , E.A. Popova

Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy; A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russia

**Abstract.** The purpose of the work is to develop the design of the mouth of the drainage system and the fastening of the cross-section of the stream of the first stage of construction of the military-patriotic park of culture and recreation of the Armed Forces of the Russian Federation “PATRIOT”. The article presents a new design of the mouth structure in the drainage system and the fastening of the cross-section of the stream. The proposed design of the mouth will improve the quality of drainage waters discharged into the intake by reducing the flow rate of water in the gravel deposit, as suspended particles will precipitate. In addition, over time, green algae form on the surface of individual fractions of crushed stone, which, by absorbing substances dissolved in water, purify it. The article proposes a new design for fixing a cross-section of a stream capable of intercepting pressurized groundwater in places where it is wedged out to prevent the leaching of fine earth, which contributes to the formation of sinkholes and the collapse of stream slopes. The uninterrupted operation (2015-2025) of the mouth structure in the drainage system and the fastening of the cross-section of streams proves their good operability and adequacy of the developed technical solutions. It is shown that during the construction of mouth structures in drainage systems and cross-sectional anchorages of watercourses carried out in the 21st century, it is necessary to use

the experience of previous generations in the design and operation of mouth structures in drainage systems, as well as cross-sectional anchorages of watercourses, and the use of new more advanced and environmentally beneficial solutions.

**Keywords:** estuarine structure, drainage system, geotextile, drainage device, filtration sprinkling, cross-section fasteners

**Format of citation:** Pchelkin V.V., Popova E.A. The design of the mouth of the drainage system and the fastening of the cross-section of the stream // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 4. P. 28-33. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-28-33>

**Введение.** Военно-патриотический парк культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ» расположен в районе г. Кубинки Одинцовского городского округа Московской области. Для осушения данной территории была запроектирована и построена дренажная система с двумя ручьями. Площадь первой очереди строительства военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ» составляет 25 га. Абсолютные отметки территории колеблются в пределах от 188 до 220 м. Уровень горизонта грунтовых вод устанавливается на глубине 0,5-6,1 м от поверхности земли. Кроме того, на данной территории формируются воды типа верховодки в период снеготаяния и выпадения обильных осадков. Водовмещающими грунтами являются четвертичные пылеватые пески и пески средней крупности.

**Цель исследований:** разработка конструкции устьевого сооружения дренажной системы и крепления поперечного сечения ручья первой очереди строительства военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ».

**Материалы и методы исследований.** Работа является актуальной, так как направлена на разработку и исследование приемов защиты территорий от подтопления и размыва земель, а также совершенствование способов улучшения состояния водоприемников, сбросных и дренажных вод.

Согласно техническому заданию сброс воды устьевыми сооружениями в водоприемник не может осуществляться открытым током. Анализ различных источников [1-4] показал, что таких конструкций устьевых сооружений нет. В этой связи было принято решение разработать конструкцию устьевого сооружения, способного справиться с поставленной задачей. На способ строительства устьевого сооружения был получен патент на изобретение [5].

В качестве водоприемника предусмотрено использовать ручьи, однако в естественном положении они находились в неудовлетворительном состоянии и требовали регулирования. При регулировании ручьев было выполнено крепление

поперечного сечения. Анализ известных конструкций крепления поперечного сечения ручьев показал [6-10], что они не предназначены для перехвата напорных грунтовых вод. В связи с этим в известную конструкцию был введен новый элемент – щебеночная банкетка, обернутая в геотекстиль. Этот элемент позволил создать дополнительное сопротивление грунтового напорного току воды, что в конечном счете предотвратило обрушение откосов.

**Гидрогеологические условия.** Район объекта осушения находится в пределах Смоленско-Московской возвышенности и является частью пологоволнистой моренной равнины. Рельеф данной территории пологоволнистый и пологохолмистый, местами плоский. Климат территории умеренно континентальный с достаточным увлажнением, сравнительно теплым летом и умеренно холодной зимой, с устойчивым снежным покровом.

Согласно гидрогеологическим изысканиям (ООО «Спецметропроект») гидрогеологические условия участка строительства характеризуются наличием четвертичного, надъюрского и юрского водоносных горизонтов.

Четвертичный водоносный горизонт имеет повсеместное распространение и приурочен к флювиогляциальным пескам пылеватым, прослоям мелким (ИГЭ-10), средней крупности, прослоями крупным (ИГЭ-11), водонасыщенным московского оледенения; к линзам водонасыщенных песков во флювиогляциальных суглинках московского оледенения и суглинках днепровской морены.

Горизонт имеет безнапорный, на отдельных участках – напорный характер. Уровень горизонта устанавливается на глубине 0,5-6,1 м от поверхности земли (на абсолютных отметках от 189,06 до 205,14 м). На участках с напорным характером пьезометрический напор составляет от 0,1 до 4,5 м. Нижним водупором являются моренные суглинки днепровской стадии оледенения. Сезонные колебания уровня составляют  $\pm 2,0$  м, на отдельных участках отмечено их заболачивание. Территория находится в естественном подтопленном состоянии. Тип водного питания

грунтовой. Методом осушения при грунтовой типе водного питания является понижение уровня грунтовых вод. Поэтому на данной территории следует построить площадной (систематический) дренаж.

**Дренажная система.** Осушительная сеть запроектирована с учетом особенностей данного участка. Она состоит из площадного горизонтального дренажа с двумя ручьями. Грунтовые воды отводятся дренажем, далее по коллектору поступают в ручей и отводятся за пределы осушаемого участка. В проекте для защиты участка от подтопления грунтовыми водами используется систематический дренаж. Площадь объекта составляет 25 га, расход дренажного стока с данной площади – 11,57 л/с. Норма осушения принята за 2,0 м. Длина дрен систематического дренажа изменяется от 4,25 до 50 м. Дрены сопрягаются с коллектором под углом от 60 до 90°. Расстояния между дренами принято за 40 м. В местах сопряжения дрен с коллекторами предусмотрено устройство смотровых железобетонных колодцев диаметром 1 м. Кроме того, через 50 м и в местах поворота на дренах устраиваются смотровые колодцы из ПВХ диаметром 425 мм. Уклоны дрен приняты в пределах от 0,03 до 0,003, коллектора – до 0,003. Коллектор принимает воду из дрен и отводит ее в ручей. В местах сопряжения коллекторов с ручьем устраиваются устьевые сооружения. При пересечении дорог с ручьями были запроектированы трубчатые переезды. Против суффозии грунта при укладке дренажа трубы были обернуты в геотекстиль. Для защиты поперечного сечения ручьев от обрушения откосов было предусмотрено устройство георешетки с заполнением в верхней части растительным грунтом, а в остальной части – гранитным щебнем. В донной части русла ручьев был уложен бутовый камень. В проекте принята минимальная глубина ручьев – 0,85 м, а уклон, равный 0,00276 (табл.).

Схема дренажной системы с двумя ручьями военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ» первой очереди строительства представлена на рисунке 1.

**Результаты и их обсуждение.** Конструкция устьевого сооружения. Устьевое сооружение дренажной системы может быть использовано в гидромелиорации и строительстве и применено для осушения подземных частей зданий, сооружений, дачных и коттеджных участков, дорог, откосов выемок, сельскохозяйственных полей.

Известно устьевое сооружение дренажной системы, состоящее из коллекторной трубы, сочлененной с дренажным колодцем [1].

Недостатком известного способа является то, что вода из дренажной системы напрямую сливается в водотоки (реки) и водоемы (озера, водохранилища). Согласно Водному кодексу РФ сброс дренажной воды напрямую в водоприемники является недопустимым, так как загрязняет воды водоприемников.

Известно устье дренажной системы, состоящее из коллекторной трубы и железобетонных и других оголовков [7].

Недостатком известного способа является нарушение экологической безопасности ввиду того, что вода из дренажной системы напрямую сливается в водотоки (реки) и водоемы (озера, водохранилища) и загрязняет их.

Задача предлагаемой конструкции устьевого сооружения – обеспечить качество воды дренажного стока. Технический результат – обеспечение экологической безопасности.

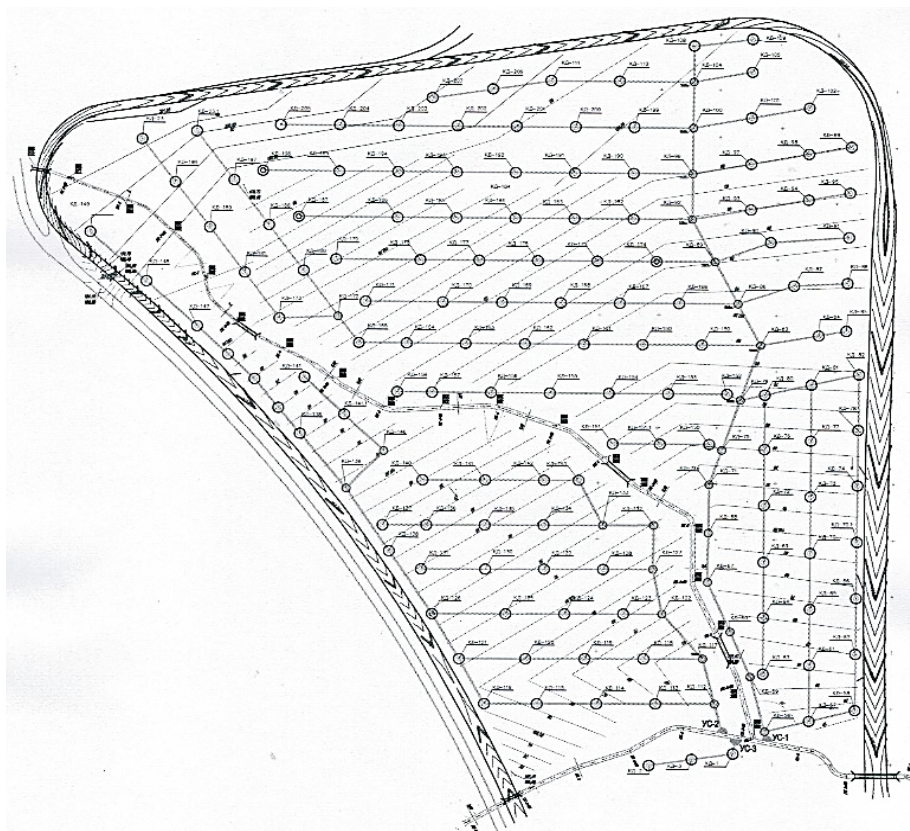
Технический результат достигается за счет того, что устье дренажной системы, включающее в себя коллекторную трубу и дренажный колодец, дополнительно снабжено устьевой трубой, соединяющей дренажный колодец с водоприемным колодцем без дна, а ниже уложена перфорированная сбросная труба в гранитном щебне, которые гидравлически сопряжены между собой, при этом гранитный щебень размещен в траншее, впадающей в водоприемник. Предлагаемая конструкция устьевого сооружения дренажной системы представлена на рисунке 2.

Устьевое сооружение дренажной системы работает следующим образом. Вода из дренажной трубы сливается в дренажный колодец, из которого она по устьевой трубе перетекает

**Таблица 1. Характеристики ручьев до регулирования русла и после регулирования**

**Table 1. Characteristics of streams before and after channel regulation**

| Номер ручья<br><i>Stream number</i> | До регулирования<br><i>Before regulation</i> |                              | После регулирования<br><i>After regulation</i> |                              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
|                                     | Глубина, м<br><i>Depth, m</i>                | Ширина, м<br><i>Width, m</i> | Глубина, м<br><i>Depth, m</i>                  | Ширина, м<br><i>Width, m</i> |
| P-1                                 | 0,05-0,4                                     | 0,5-2,1                      | 0,96-1,27                                      | 5,04-6,28                    |
| P-2                                 | 0,1-0,4                                      | 0,5-4,05                     | 0,85-1,60                                      | 4,60-7,60                    |



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- |                                         |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| — Коллектор                             | → — Направление течения воды |
| — Дрена                                 | УС-2 — Устьевое сооружение   |
| ○ — Смотровой колодец ж/б d=1000        | — Русло ручья                |
| ○ — Смотровой колодец дренажа ПВХ d=400 | КД-65 — Номер колодца        |
| — Дорога                                |                              |

Рис. 1. Схема дренажной системы с двумя ручьями

Fig. 1. Scheme of the drainage system with two streams

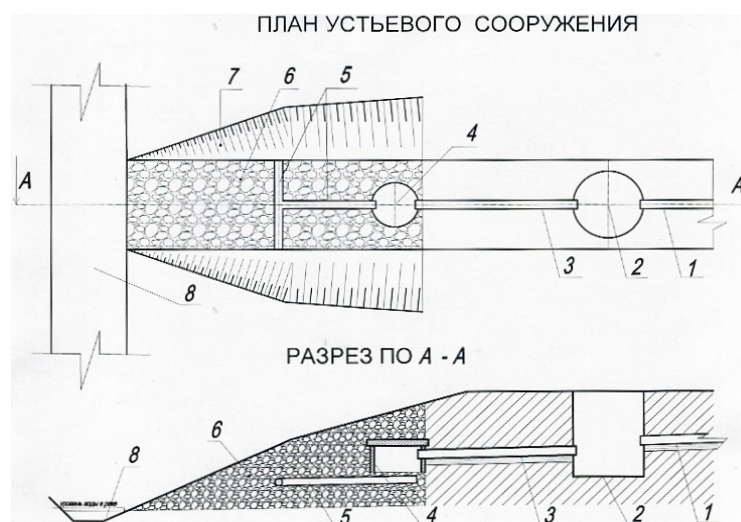


Рис. 2. Устьевое сооружение дренажной системы

- 1 – дренажная труба; 2 – дренажный колодец; 3 – устьевая труба; 4 – водоприемный колодец;  
 5 – перфорированные дренажные трубы; 6 – щебеночная засыпка; 7 – сбросная траншея;  
 8 – водоприемник (ручьи)

Fig. 2. Mouth structure of the drainage system

- 1 – drainage pipe; 2 – drainage well; 3 – mouth pipe; 4 – water intake well; 5 – perforated drainage pipes;  
 6 – crushed stone filling; 7 – discharge trench; 8 – water intake (stream)

в водоприемный колодец без дна. Далее вода просачивается через щебеночную обсыпку вглубь и заполняет все поры щебеночной обсыпки в пределах сбросной траншеи до уровня перфорированной сбросной трубы. После этого она попадает внутрь сбросной трубы через перфорацию и перетекает ближе к водоприемнику, далее фильтруется через оставшийся объем щебеночной обсыпки в водоприемник за счет разности отметок уровня сбросной трубы и уровня воды в водоприемнике.

Предложенная конструкция устья позволит повысить качество дренажных вод, сбрасываемых в водоприемник, за счет снижения скорости течения воды в щебеночной обсыпке, так как при этом взвешенные частицы будут выпадать в осадок. Кроме того, со временем на поверхности отдельных фракций щебня образуются зеленые водоросли, которые, поглощая растворенные в воде вещества, очищают ее.

Конструкция крепления поперечного сечения ручьев в местах выклинивания напорных грунтовых вод. Для дренажной системы ручьи являются водоприемником. Однако в естественном состоянии на данном объекте ручьи не могли

выполнять роль водоприемника ввиду их малой глубины и незначительного поперечного сечения. В связи с этим глубина ручьев была увеличена, поперечное сечение расширено и ему было придано трапециевидное сечение. Схема крепления поперечного сечения ручья дана на рисунке 3.

Чтобы не было обрушения откосов поперечного сечения ручьев, запроектировали крепление, которое включает в себя георешетку «Армогрит», заполненную в верхней части откосов растительным грунтом с подсевом трав, а в средней и нижней части – гранитным щебнем. На дно ручья был уложен бутовый камень, а все крепление опирается на песчаное основание, причем георешетка крепится к основанию металлическими штырями. Однако известная конструкция крепления [3, 10] поперечного сечения ручья не предназначена для перехвата напорных грунтовых вод. Поэтому чтобы не было провалов откосов по причине вымыва мелкозема в местах выклинивания напорных грунтовых вод, дополнительно устраивается щебеночная банкетка, обернутая в геотекстиль.

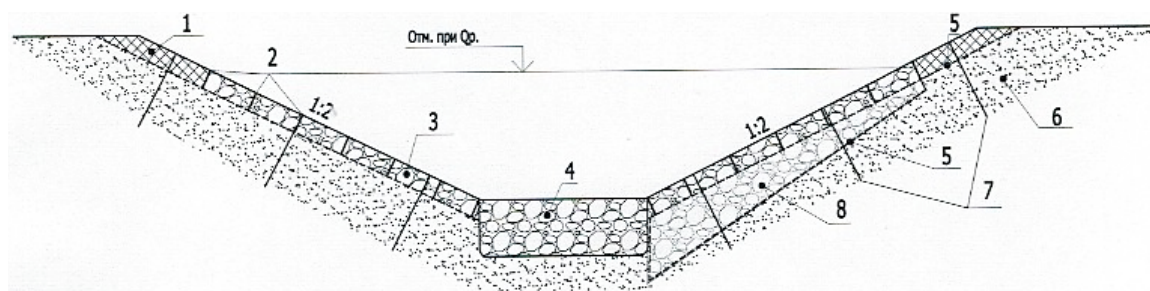


Рис. 3. Конструкция крепления поперечного сечения ручья

- 1 – георешётка «Армогрит» с засыпкой растительным грунтом и посевом трав; 2 – георешётка; 3 – гранитный щебень; 4 – дно ручья с укладкой бутового камня; 5 – геотекстиль; 6 – песчаное основание; 7 – металлические штыри (1 шт. на 1 м<sup>2</sup>); 8 – щебеночная банкетка

Fig. 3. The design of the cross-section fastening of the stream

- 1 – geogrid “Armogrit” with filling of topsoil and grass seeding; 2 – geogrid; 3 – granite crushed stone; 4 – stream bottom with rubble stone laying; 5 – geotextile; 6 – sand base; 7 – metal pins (1 pc. per 1 m<sup>2</sup>); 8 – crushed stone bench

### Выводы

Анализ открытых источников показал, что в настоящее время отсутствуют необходимая конструкция устьевого сооружения дренажной системы и способ его строительства, которые бы отвечали требованиям экологической безопасности. В этой связи были разработаны конструкция и способ строительства устьевого сооружения дренажной системы, необходимые для нормальной работы дренажной системы и двух ручьев военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил РФ «ПАТРИОТ».

Обзор источников информации показал, нет конструкции крепления поперечного сечения ручья, которая могла бы перехватывать напорные грунтовые воды, проявляющиеся в отдельных местах. Поэтому была разработана конструкция крепления поперечного сечения ручья, способная перехватывать напорные грунтовые воды, проявляющиеся в отдельных местах, и предотвращать обрушение откосов. Работа без сбоев (2015-2025 гг.) конструкции устьевого сооружения в дренажной системе и крепления поперечного сечения ручьев доказывает их хорошую работоспособность и адекватность разработанных технических решений.

**Список используемых источников**

1. Абрамов С.К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве. М.: Госстройиздат, 1967. 169с.
2. Голованов А.И. Мелиорация земель / А.И. Голованов И.П. Айдаров, М.С. Григоров и др. / под ред. А.И. Голованова: Учебник. СПб.: «Лань», 2015. 824 с.
3. Дубенок Н.Н. Гидромелиорация земель / Н.Н. Дубенок, О.А. Каблуков, В.В. Пчелкин, и др. / под ред. В.В. Пчелкина: Учебник. М.: Издательство ООО «Проспект», 2024. 336 С.
4. Патент № 2060970 Российская Федерация, МПК СО2F / Устьевое водоохранное сооружение/ Заявл.12.03.1993, Безднина С.Я., Куприянов О.И. опубликовано: 27.05.1996
5. Патент № 2654645 Российская Федерация. МПК В02В11. Способ строительства устья дренажной системы. / Пчелкин В.В., Ибрагим А.Т.М.; опублик. 21.05.2018, бюл. № 15.
6. Пчелкин В.В. Конструкции дренажа и метод расчета для подвалов глубокого заложения / В.В. Пчелкин, К.С. Семёнова // Природообустройство. 2024. № 4. С. 34-43. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-34-43>
7. Справочник: Мелиорация и водное хозяйство. Осуществление / Под редакцией академика РАСХН Б.С. Маслова. М.: «Ассоциация Эко», 2001. С. 365-368.
8. СП 104.13330.2016. СНиП2.06.15-85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления».
9. СП 100.13330.2016. СНиП2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения».
10. Крепления поперечных сечений осушительных каналов. <https://yandex.ru/images/search?lr=213&source=serp&stype=image&text=%D0%9A%D0%BE>.

**Об авторах**

Виктор Владимирович Пчелкин; д-р техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственных мелиораций»; 9766793@mail.ru

Екатерина Александровна Попова, аспирант кафедры «Сельскохозяйственных мелиораций», 1176068; ORCID ID: 0000-0002-5281-4714; ResearcherID: AAE-6824-2022; kkk97@list.ru

**Критерии авторства / Criteria of authorship**

Пчелкин В.В., Попова Е.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат

**Конфликт интересов / Conflict of interests**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

**Вклад авторов / Contribution of authors**

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 01.03.2025

Поступила после рецензирования / Received after peer review 15.08.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 15.08.2025

**References**

1. Abramov S.K. Underground drains in industrial and urban construction. Moscow: Gosstroyizdat, 1967. 169 p.
2. Golovanov A.I., Aidarov I.P., Grigorov M.S. et al. Land reclamation /edited by A.I. Golovanov: Textbook. St. Petersburg: Lan, 2015. 824 p.
3. Dubenok N.N., Kablukov O.V., Pchelkina V.V., Semenova K.S. Hydro-land reclamation / edited by V.V. Pchelkin: Textbook. Moscow: Prospect Publishing House, 2024. 336 p.
4. Patent, No. 2060970 Russian Federation. estuarine water protection equipment. / Bezdnina SYA., Kupriyanov O.I.; published on 05/27/1996.
5. Patent, No. 2654645 Russian Federation. The method of construction of the mouth of the drainage system. / Pchelkin V.V., Ibrahim A.T.M.; publ. 05/21/2018, bul. No. 15.
6. Pchelkin V.V., Semenova K.S. Drainage designs and calculation method for deep-laid basements. // Prirodoobustrojstvo. 2024. No. 4. P. 34-43. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-34-43>
7. Reference book: Land reclamation and water management Drainage/Edited by RAS academician B.S. Maslov. Moscow: "Association of Ecost", 2001. P. 365-368.
8. SP 104.13330.2016. SNiP2.06.15-85 "Engineering protection of territories from flooding and flooding".
9. SP 100.13330.2016. SNiP2.06.03-85 "Reclamation systems and facilities".
10. Fixing the cross-sections of the drainage channels. <https://yandex.ru/images/search?lr=213&source=serp&stype=image&text=%D0%9A%D0%BE>.

**About the authors**

Victor V. Pchelkin, DSs (Eng), professor of the department "Agricultural land reclamations", 9766793@mail.ru

Ekaterina A. Popova, post-graduate student of the department "Agricultural land reclamations", 1176068; ORCID ID: 0000-0002-5281-4714; ResearcherID: AAE-6824-2022; kkk97@list.ru 60C1

Pchelkin V.V., Popova E.A. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and they are responsible for plagiarism.