



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - МСХА  
ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

## **Способ создания наклонных водоотводов для защиты склонов от эрозии**



РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

Авторы и исполнители:

**Мартынов Дмитрий Юрьевич, Джанчаров Турмушбек Мурзабекович, Лагутина Наталия Владимировна,  
Шимирев Вячеслав Алексеевич**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1. Способ создания наклонных водоотводов для защиты склонов от эрозии (слайд 3)**
- 2. Назначение и краткое содержание разработки (слайд 4)**
- 3. Решаемые проблемы (слайд 5)**
- 3. Преимущества и новизна (слайд 6)**
- 4. Объект исследований (слайд 7)**
- 5. Аналоги (слайд 8)**
- 6. Проектируемое противозерозионное сооружение (слайд 9)**
- 7. Размеры каналов, по данным полевых измерений (слайд 10)**
- 8. Расчет нагорных канав (слайд 11)**
- 9. Расчет поперечного сечения нагорной канавы (слайд 12)**
- 10. Полевые работы (слайд 13)**
- 11. Итоги (Слайд 14)**
- 12. Библиографический список (Слайды 15, 16)**



### Рекомендации по применению экологически обоснованной технологии альгоремедиации с учетом особенностей конкретного водоема и сезона (пошаговый алгоритм)

Способ предусматривает создание нагорной канавы, путем выемки грунта, расположенной параллельно линии верхней бровки канала или откоса на отдалении от 0,5 до 1,5 метра от верхней бровки данного канала или откоса, нагорные канавы имеют длину от 50 и более метров и соединены между собой дренажными канавами имеющими боковые выемки направленные под значительным уклоном (более 50%) к горизонтальной поверхности, облегающие без выступов верхнюю часть пластиковой водоотводной трубы в верхней своей части заглубленной в грунт на глубину от 15 до 30 сантиметров, а в нижней части соединяющейся с каменной наброской, предотвращающей размыв дна канала или нижней части откоса, **и отличающийся тем что**, боковые выемки дренажных канав обложены глиной и залиты без образования выступов тонким слоем цемента, нижняя грань пластиковой трубы лежит на крупных камнях линейным размером от пяти до пятнадцати сантиметров смешанных с грунтом, каменная наброска имеет в плане овальную форму, расположена в нише глубиной более 20 сантиметров на дне канала содержит камни с поперечными размерами от двух до семи сантиметров, нагорные канавы имеют трапециевидное поперечное сечение с горизонтальным дном и стенками наклоненными под углом 45 к линии горизонта, при этом дно и стенки нагорных канав защищены от размыва травой, размещенной в верхнем слое грунта путем гидропосева или одерновки, а площадь поперечного сечения нагорной канавы увеличивается при приближении к дренажным канавам и определяется на основе гидравлических расчетов для малых каналов при средней скорости в поперечном сечении нагорной канавы не более 0,4 м/с с учетом полного отвода поступающей дождевой воды при максимальной расчетной интенсивности дождя для данной территории раз в 50 лет

# Назначение и краткое содержание разработки



Учеными и студентами Тимирязевской академии разработано ноу-хау «Способ создания наклонных водоотводов для защиты склонов от эрозии», которое прошло тестирование на базе Южных опытных полей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Разработанное решение уменьшает финансовые расходы, трудозатраты и объемы используемых стройматериалов. Важным и полезным результатом применения разработанного способа является комплексная защита склонов водосборных и мелиоративных каналов от водной эрозии почв. Сами водоотводы экологичны, что создает оптимальные условия для сохранения естественного биогеоценоза любого ландшафта, на котором они будут установлены.

**Потенциальные потребители ноу-хау:** Сельскохозяйственные предприятия, дорожные и коммунальные хозяйства.

# Решаемые проблемы



Предотвращение образования размывов на склонах канав, насыпей, холмов, в результате воздействия дождевых, талых, сточных водных потоков, реконструкция образовавшихся эрозийных размывов



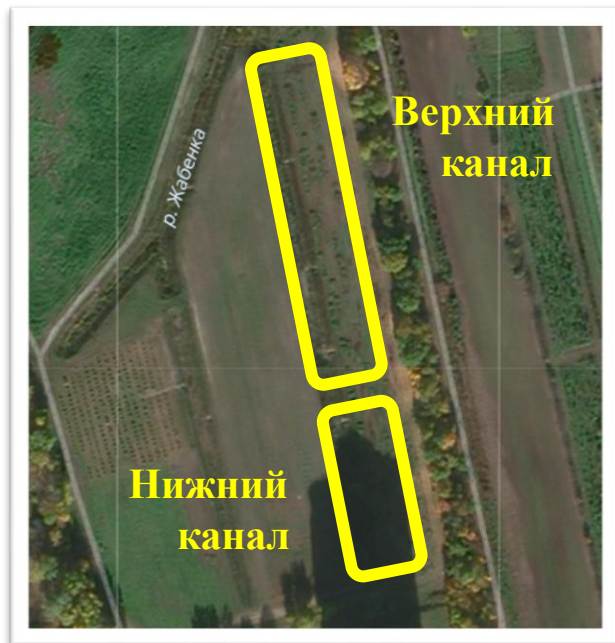
Уменьшение финансовых затрат на установку противоэрозионных сооружений, за счет применения меньшего количества материалов, чем в аналогичных сооружениях



Улучшение эстетической составляющей, возможность применения данного способа в природных рекреационных зонах с холмистой местностью и при планировании дачных участков, расположенных на склонах



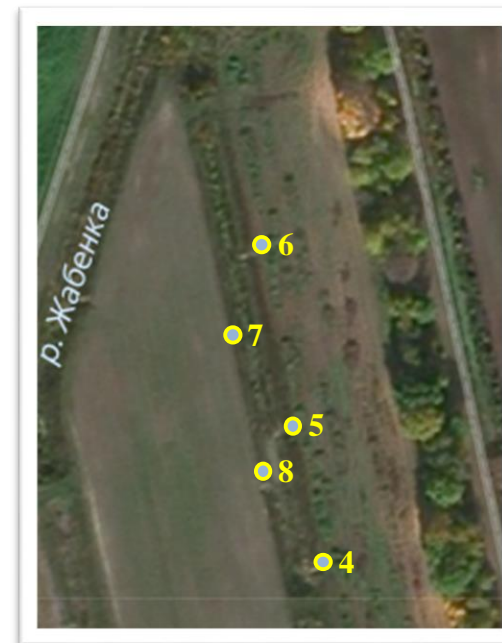
- ❖ Использование минимального количества стройматериалов (пластиковые трубы, не более 1-2 литров бетона на 1 сооружение, 0,5 м<sup>2</sup> природных камней, семена многолетних трав).
- ❖ Эффективное предотвращение размыва склонов на протяжении всего года.
- ❖ Возможность реконструировать поврежденные водной эрозией склоны.
- ❖ Простота в возведении, эксплуатации, демонтаже и реконструкции, очистка 1 раз в 2 месяца в период после оттаивания снегов до первых заморозков
- ❖ Кратное уменьшение стоимости установки противоэрозионного сооружения по сравнению с существующими аналогами.



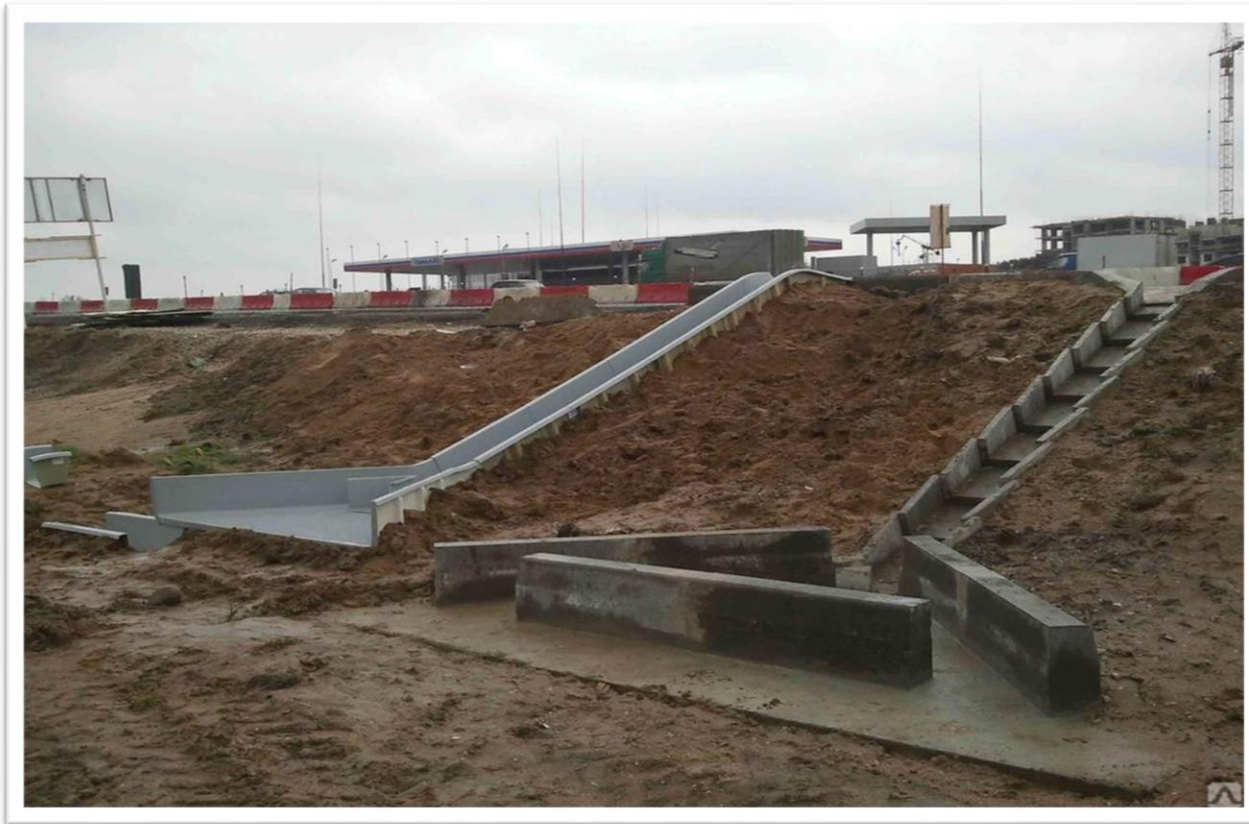
**Рис. 1** Водосборные каналы (спутниковый снимок)  
Суммарная площадь каналов 0,9 га, средняя глубина 2 метра



**Рис. 2** Нижний водосборный канал (малый)  
Точками обозначены места монтажа водоотводов

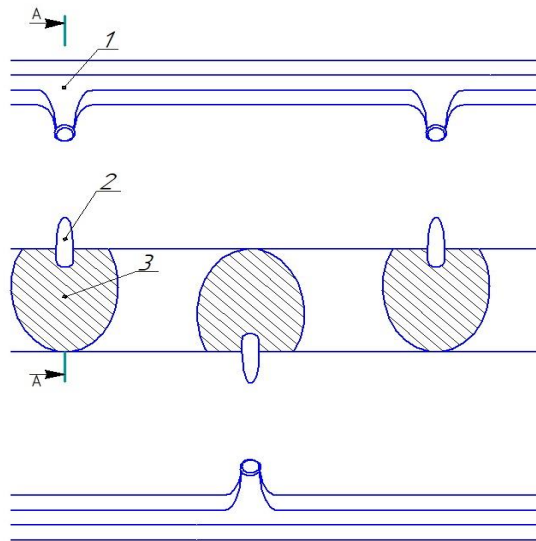


**Рис. 3** Верхний водосборный канал (большой)  
Точками обозначены места монтажа водоотводов

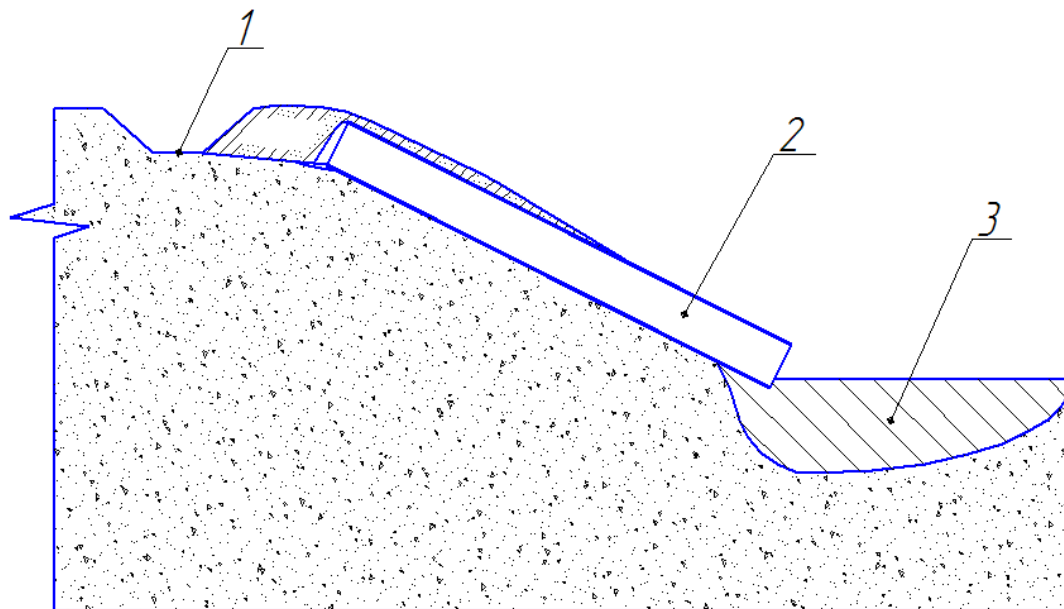


**Рис. 4 Пластиковый и бетонный быстроточки**





**Рис. 5 Канал (вид сверху) с установленными водоотводами**



**Рис. 6 Сечение по линии А-А**

1. Дренажная канава
2. Пластиковая наклонная водоотводная труба
3. Фильтрационная каменная наброска на выходном участке

# Размеры каналов (по данным полевых измерений)



№ точки	Раст. от пер. отс., (м)	Ширина (м)	Угол уклона правый, градусы	Угол уклона левый, градусы	Ориентиры
1	2	8,7	-	-	кучка камней, 20 см от начала 2 канала, большой плоский камень (левая сторона)
2	30	10,2	33,690	25,866	эрозионный участок шириной 0,5 м по левой стороне
3	18,3	8,8	29,197	28,887	перешеек с небольшим плоским уклоном (левая сторона)
4	27,5	9,2	30,466	30,379	кучка камней (левая сторона)
5	25,2	9,5	32,347	28,610	перешеек канала заросший травой, белый камень округлой формы (левая сторона)
6	28,8	-	-	-	конец канала, 10 см от столба (левая сторона)

№ точки	Раст. от пер. отс., (м)	Ширина (м)	Уклон правый (h/L)	Уклон левый (h/L)	Ориентиры
1	0	0	-	-	-
2	1,9	5,6	0,783	0,722	2 м от начала канала, кучка камней
3	6,7	6,9	0,563	0,607	с левой стороны наблюдается эрозия, обвал
4	13	7,2	0,563	0,572	коряга с правой стороны
5	24	8,5	0,563	0,531	эрозионный участок с правой стороны
6	33,3	7,4	0,563	0,545	большой плоский камень
7	53,6	7,1	0,563	0,600	скопление камней с левой стороны
8	68,2	7,7	0,643	0,5	предпоследняя точка перед концом канала
9	73,95	7,7	0,643	0,5	1 м от конца канала
10	74,95	0	-	-	-

Табл. 1 и 2. Размеры каналов



$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

Формула Шези

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y$$

Формула Павловского

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1)$$

$$R = \frac{b \cdot (a + c)}{c + 2 \cdot \sqrt{a^2 + b^2}}$$

Гидравлический радиус

$$R = \frac{2 \cdot a}{1 + 2 \cdot \sqrt{2}}$$

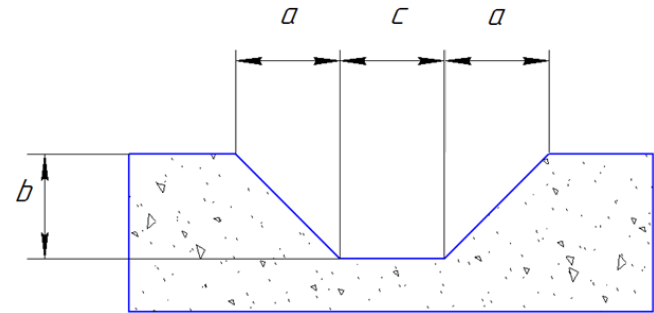


Рис. 7 Поперечное сечение нагорной канавы



## Таблица 3 Определение оптимального поперечного сечения нагорной канавы

Размер а	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	Полу- круг
Размер b	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,08
Размер с	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0	0,226
Коэффициент шероховатости, n	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Показатель степени, у	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Гидравлический радиус, R (м)	0,100	0,105	0,107	0,107	0,104	0,101	0,097	0,093	0,089	0,113
Коэффициент Шези (формула Павловского), С	13,33	13,54	13,63	13,62	13,52	13,38	13,21	13,03	12,84	13,87
Гидравлический уклон, I (м/м)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Средняя скорость потока, V (м/с)</b>	<b>0,421</b>	<b>0,439</b>	<b>0,446</b>	<b>0,445</b>	<b>0,437</b>	<b>0,426</b>	<b>0,412</b>	<b>0,398</b>	<b>0,384</b>	<b>0,466</b>
Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Максимальный расход Q, м <sup>3</sup> /с	0,034	0,035	0,036	0,036	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031	0,037
Максимальный расход Q, м <sup>3</sup> /ч	121,38	126,35	128,47	128,07	125,88	122,62	118,78	114,72	110,63	134,23
Максимальный расход Q, м <sup>3</sup> /день	2913,13	3032,35	3083,19	3073,66	3021,24	2942,78	2850,74	2753,22	2655,13	3221,44

**Таблица 4.**  
**Допускаемая**  
**неразмывающая**  
**скорость (СП**  
**425.1325800.2018)**

Состояние поверхностного слоя откоса	Допускаемая (неразмывающая) скорость для грунта поверхностного слоя откоса (естественного склона), v, м/с			
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
<b>Откос естественного склона</b>	0,2	0,45	0,52	0,98
<b>Насыпной, неуплотненный</b>	0,2	0,2	0,26	0,39
<b>Насыпной, уплотненный</b>	0,2	0,3	0,39	0,65



Рис. 8. Полевые работы



## Спустя год:

- Не возникло новых очагов эрозии
- Большинство водоотводов не разрушились
- Отмечалось сильное заиление выходных участков

## Рекомендации:

- Реконструкция выходного участка
- Укрепление участка склона канавы под которым проложена труба
- Закрепление бетоном боковой грани дренажной канавы
- Увеличение объемов каменной наброски





1. Эрозия и охрана почв: учебник для вузов / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019г - 387 с.
2. Чекаев, Н.П. Почвоведение и инженерная геология [Электронный ресурс]. - Пенза: РИО ПГСХА, 2013. - 225 с.
3. Н.Г. Захаров, Учебно-методический комплекс. Защита почв от эрозии. Ульяновск, ГСХА, 2009, 235 с.
4. СП 425.1325800.2018 «Инженерная защита территории от эрозионных процессов»
5. СП 290.1325800.2016 «Водопропускные гидротехнические сооружения (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования»
6. Отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.2.078- 2016 "Методические рекомендации по выбору конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования"
7. Викулин П.Д., Викулина В.Б., Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: учебник / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. - 3-е изд. - Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017 - 218 с.
8. Муравьев О.А., Уравнительные резервуары: учебное пособие/ М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. - 2-е изд., испр. - М: изд. МИСИ-МГСУ, 2018. – 72 с.
9. Павлинова И.И. Водоснабжение и водоотведение: учебник и практикум для академического бакалавриата / М: изд. Юрайт, 2016. – 380с.
10. Черных, О.Н. Особенности гидравлического расчёта водопропускных сооружений с круглой трубой из металлических гофрированных структур в частично-напорном и напорном режимах/ О.Н. Черных, Н.В. Ханов, А.В. Бурлаченко// Природообустройство. 2018. № 4. - с. 40-47.
11. Филин, В.М. Гидравлика, пневматика и термодинамика / В.М. Филин - М: ФОРУМ. – 2018. – 318с.
12. Калекин, В.С. Гидравлика и теплотехника / В.С. Калекин, С.Н. Михайлец - М: Изд. Юрайт; Изд. ОмГТУ. – 2019. – 318с.
13. Гродзинский М.Д. Ландшафтная экология: Учебник. – Киев, 2013 (укр.)



11. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК E02B 9/04 (2006.01) E02B 13/00 (2006.01). Водозаборный узел оросительной системы / Щедрин Вячеслав Николаевич, Шкура Виктор Николаевич, Штанько Андрей Сергеевич.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ "РосНИИПМ".— № 2015132308; заявл. 03.08.2015; опубл. 10.01.2017,— 6 с.
12. Пат. 204995 Российская Федерация, МПК E02B 13/00 (2006.01) СПК E02B 13/00 (2021.02). Водовыпуск из канала для орошения/ Петрашкевич Валерий Вильгельмович, Михеев Павел Александрович, Бенин Дмитрий Михайлович, Петрашкевич Александр Валерьевич, Снежко Вера Леонидовна.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева".— № 2021103218; заявл. 10.02.2021; опубл. 22.06.2021, Бюл. № 23.— 4 с
13. Пат. 2655208 Российская Федерация, МПК E02B 13/00 (2006.01) СПК E02B 13/00 (2018.02). Устройство для забора воды и подачи ее из канала в гидрографическую сеть/ Баев Олег Андреевич, Гарбуз Александр Юрьевич, Шкура Владимир Николаевич.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ "РосНИИПМ".— № 2017119571; заявл. 05.06.2017; опубл. 24.05.2018, Бюл. № 15.— 5 с
14. Пат. 2763587 Российская Федерация, МПК E02B 13/00 (2006.01) A01B 79/00 (2006.01) СПК E02B 13/00 (2021.08) A01B 79/00. (2021.08) Каскадный способ сдерживания водяных потоков на пологих склонах/ Малафеев Евгений Дмитриевич.; заявитель и патентообладатель Малафеев Евгений Дмитриевич.— № 2021101773; заявл. 26.01.2021; опубл. 30.05.2018, Бюл. № 1.— 5 с
15. Пат. 2667727 Российская Федерация, МПК E02B 13/00 (2006.01) A01B 79/00 (2006.01) A01B 13/16 (2006.01) СПК E02B 13/00 (2006.01) A01B 79/00 (2006.01) A01B 13/16 (2006.01) Способ аккумулирования воды на склонах/ Малафеев Евгений Дмитриевич, Ахметшин Равиль Миргасимович.; заявитель и патентообладатель Малафеев Евгений Дмитриевич.— № 2017111826; заявл. 29.03.2017; опубл. 24.09.2018, Бюл. № 21.— 6 с
16. Пат. 2761875 Российская Федерация, МПК A01G 25/16 (2006.01) A01B 79/02 (2006.01) A01B 13/16 (2006.01) E02B 11/00 (2006.01) E02B 13/00 (2006.01) СПК A01G 25/16 (2021.08) A01B 79/02 (2021.08) A01B 13/16 (2021.08) E02B 11/00 (2021.08) E02B 13/00 (2021.08) Способ комплексной регулируемой гидромелиорации почвы в агроландшафте в условиях гумидного климата при интенсивном земледелии/ Воронина Людмила Петровна (RU), Ермаков Антон Александрович (RU), Морачевская Екатерина Викторовна (RU), Павлов Кирилл Васильевич.