

# АККУМУЛЯЦИЯ НАНОСОВ В ДНИЩЕ БАЛКИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА МАЛОМ ВОДОСБОРЕ А ПРИМЕРЕ БАЛКИ КУРЕГОВО В БАССЕЙНЕ Р. АГРЫЗКА, УДМУРТИЯ)<sup>1</sup>

**Айдар Гамисович Шарифуллин**

кандидат географических наук, ассистент,  
Казанский федеральный университет, г. Казань

**Валентин Николаевич Голосов**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник,  
Московский государственный университет, г. Москва

**Иван Иванович Рысин**

доктор географических наук, профессор,  
Удмуртский государственный университет,  
г. Ижевск

**Артем Викторович Гусаров**

кандидат географических наук, доцент,  
Казанский федеральный университет, г. Казань

**Иван Иванович Григорьев**

кандидат географических наук, доцент,  
Удмуртский государственный университет,  
г. Ижевск

**Артур Маратович Гафуров**

аспирант, инженер, Казанский федеральный университет, г. Казань

Изменения климата и землепользования, произошедшие на Европейской части России в последние десятилетия, должны были повлиять на интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов в различных звеньях флювиальной сети региона. Однако, в отсутствии мониторинговых наблюдений достаточно трудно количественно оценить степень данных изменений. В данной работе, на примере результатов исследований в пределах малого водосбора южной части Удмуртии, показано как с помощью набора полевых и аналитических методов можно количественно определить тренд изменений темпов эрозии на водосборе. Использованный подход основан на детальном изучении и датировке аккумулятивных толщ в днище балки в сочетании с анализом ее морфометрических характеристик. В настоящее время темпы накопления сносимых склонов почвенно-грунтовых частиц в различных регионах мира определяются с использованием изотопа цезия-137 (<sup>137</sup>Cs) [2, 5-10]. Данный изотоп искусственного происхождения появился в окружающей среде с началом проведения ядерных взрывов (1954 г.). Различают <sup>137</sup>Cs глобального происхождения, выпавший по всей Земле в период проведения ядерных испытаний в открытой атмосфере, начиная с 1954 г. с максимальным выпадением в 1963 г. и <sup>137</sup>Cs чернобыльского происхождения, связанный с аварией на Чернобыльской АЭС и выпавший в апреле-мае 1986 г. преимущественно в Восточной и Центральной Европе, Скандинавии [1, 3].

В качестве объекта исследования был выбран типичный для региона по своим морфометрическим характеристикам водосбор первого порядка, расположенный в пределах бассейна р. Агрызка (правый приток р. Иж, F = 138 км<sup>2</sup>), в 35 км к юго-западу от г. Ижевска (юг таежной зоны).

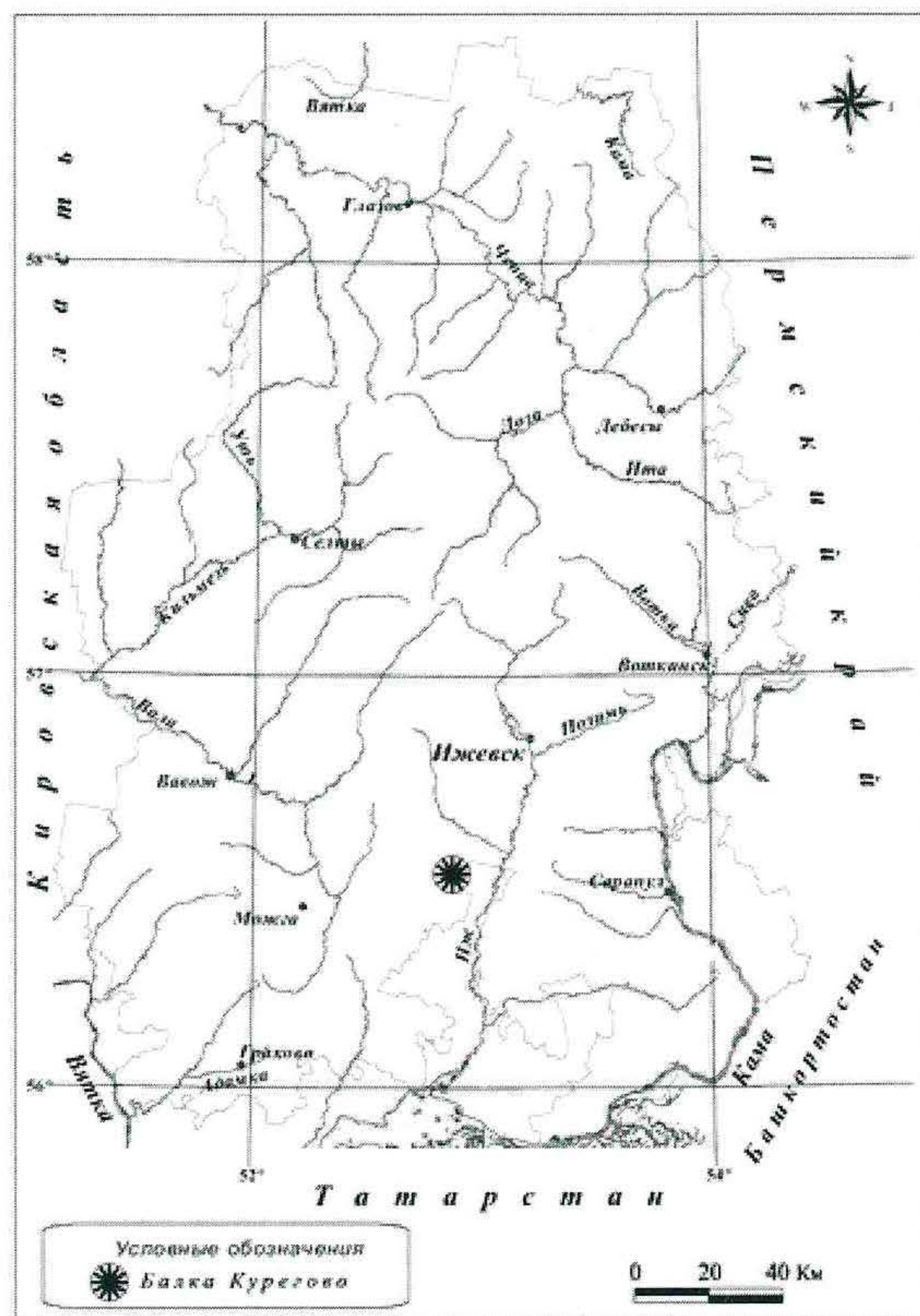


Рис. 1. Положение балки Курегово (по Рысину и др.[4])

Длина исследуемой балки, являющейся частью более крупной балочной формы, составляет 400 м, площадь водосбора 0.68 км<sup>2</sup>, площадь балочной формы – 0.04 км<sup>2</sup>, площадь днища – 0.006 км<sup>2</sup>. Средняя высота водосбора – 156 м, размах высот рельефа – 22 м. В своей нижней части балка сменяется крупным донным оврагом, который и по сей день продолжает свое развитие. Наблюдения за приростом вершины оврага проводятся с 1978 г.: за последние 37 лет (1978-2015 гг.) вершина выросла на 82 м, или 2 м/год. Склоны водосбора балки практически полностью распаханы. Борта и днище балки залужены и используются для выпаса скота. В днище отмечают три донных вреза, являющиеся частью одной системы эрозионного вреза между вторым и третьим почвенным разрезом и один небольшой врез между первым и вторым почвенным разрезами (рис.2). Наносы поступают в днище балки как по ложбинам, которые подходят по пашне к вершине балки, так и с бортов. Кроме того, собственно донные врезы являются источниками наносов прежде всего за счёт регрессивного отступления их вершин.

Во время полевых исследований осуществлялась тахеометрическая съемка тальвега и бортов балки электронным цифровым тахеометром, по результатам которой в сочетании с детальным полевым обследованием были составлены морфологическая карта. Кроме того, проведено детальное обследование балок с целью определения границ днища балки, бровок склонов, истоков и устьев, балочных отвершков, напаша, а также характера растительно-

1. Выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-17-20006).



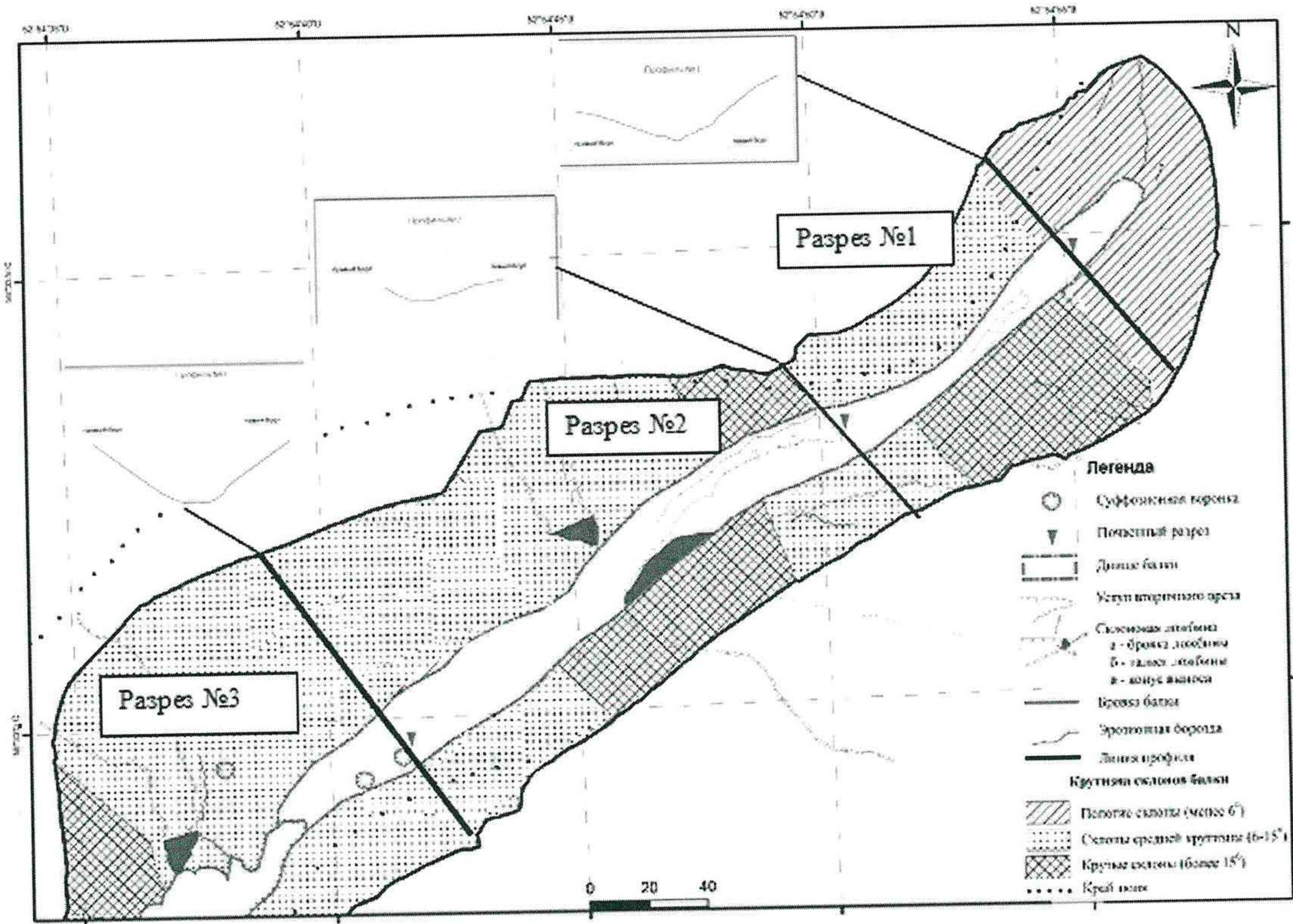


Рис. 2. Морфодинамическая карта балки Курегово

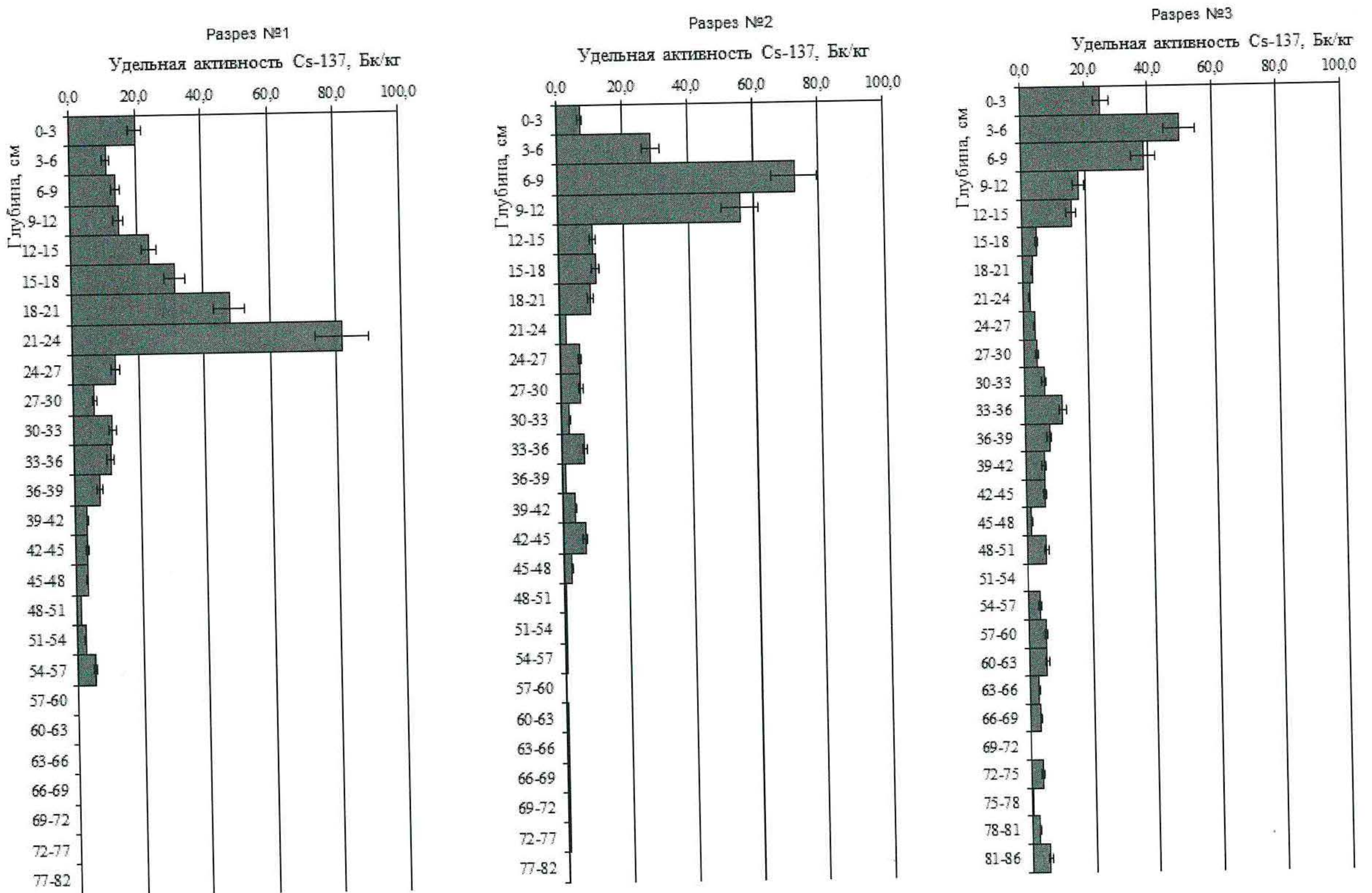


Рис. 3. Вертикальное распределение <sup>137</sup>Cs



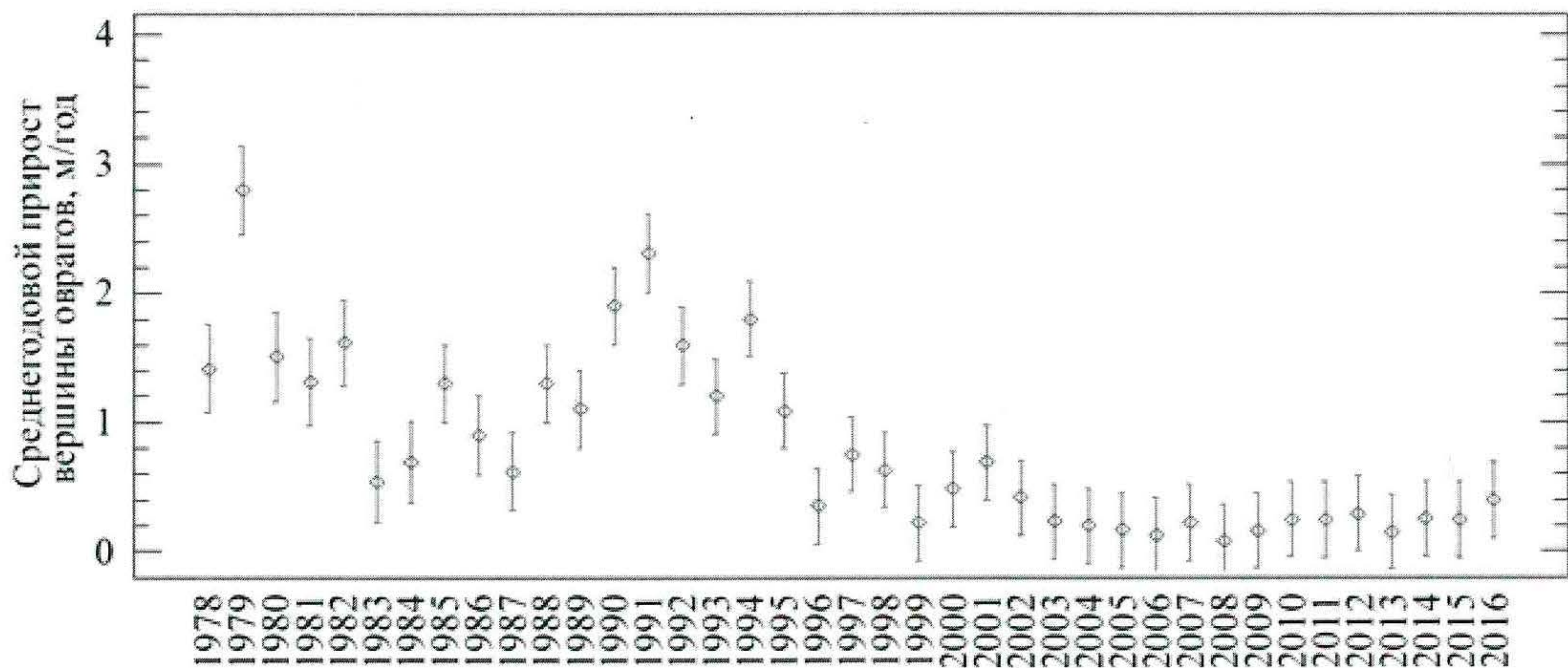


Рис. 4. Прирост вершины оврагов на всей территории Удмуртской Республики

сти с целью использования метода фитоиндикации для определения путей транспорта и аккумуляции наносов. В результате выполненного обследования были выбраны места заложения трёх почвенных разрезов, каждый из которых характеризует различные по степени транзитности участки днища (рис. 1, рис. 2). В разрезах послойно до глубины 0.72 м через 3 см, для глубин более 0.72 м – через 5 см были отобраны образцы почв с фиксированной площади (15×15 см) для определения содержания изотопа  $^{137}\text{Cs}$ .

Подготовку (просушку, гомогенизацию) и гамма-спектрометрический анализ проб почвы проводили в лабораторно-аналитическом центре географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. По результатам проведения аналитических работ были построены эпюры вертикального распределения изотопа  $^{137}\text{Cs}$ , по которым в каждом из разрезов был выделен пик удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльского происхождения, характеризующий положение дневной поверхности почвы в 1986 г. (рис. 4).

Положение пиков  $^{137}\text{Cs}$  Чернобыльского происхождения в разрезе позволяет оценить слой аккумуляции наносов, отложившийся за период с 1986 г до 2016 г., когда проводился отбор образцов почвы. В верхней части балки (разрез №1) пик 1986 года располагается на самой больше глубине (21-24 см) в отличие от средней и нижней части исследуемой балки (6-9 см и 3-6 см, соответственно).

Стоит отметить, что в этом же направлении идёт расширение балочного днища: в верховьях оно наиболее узкое (рис.2). То есть в пересчёте на единицу площади днища слой аккумуляции по всей длине относительно равномерный и небольшой, учитывая, что это аккумуляция за 30 лет. Суммарный объём аккумуляции за период 1986-2016 гг. составляет порядка 700 тонн или 23 т/год. К сожалению, пики максимальных уровней глобальных выпадений изотопа  $^{137}\text{Cs}$  в балке Курегово идентифицировать не удалось (рис. 3). В этой связи достаточно сложно дать количественную оценку аккумуляции наносов для периода 1963-1986 гг. Однако, наличие

$^{137}\text{Cs}$  в отложениях разрезов 2 и 3 на глубинах свыше 75 см (рис. 3) позволяет утверждать, даже с учётом возможной миграции  $^{137}\text{Cs}$  на глубину за счёт процессов биотурбации, что интенсивность перераспределения наносов на водосборе в период с 1954 г. (начало глобальных выпадений) до 1986 г. была на порядок выше. Учитывая, что для периода 1986-2016 гг. наблюдается очень небольшой слой аккумуляции наносов и интенсивность роста вершины оврагов значительно сократилась в последние десятилетия (рис. 4), можно сделать общий вывод о том, что темпы механической денудации на водосборе в период после 1986 г. значительно снизились.

#### Литература:

1. Голосов В.Н. Использование радиоизотопов при исследовании эрозионно-аккумулятивных процессов // Геоморфология. 2000. № 2. С. 26–33.
2. Голосов В.Н., Силантьев А.Н., Острова И.В., Шкуратова И.Г. Радиозотопный метод оценки темпов внутрибассейновой аккумуляции // Геоморфология. 1992. № 1. С. 30–36.
3. Жидкин А.П., Голосов В.Н., Светличный А.А., Пяткова А.В. Количественная оценка перераспределения наносов на пахотных склонах на основе использования полевых методов и математических моделей // Геоморфология. 2015. №2. С. 41–53.
4. Рысин И.И., Голосов В.Н., Григорьев И.И., Зайцева М.Ю. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья // Геоморфология. 2017. № 1. С. 90–103.
5. Golosov V.N., Belyaev V.R., Markelov M.V. Application of Chernobyl-derived  $^{137}\text{Cs}$  fallout for sediment redistribution studies: lessons from European Russia // Hydrological Processes. 2013. V. 27. № 6. P. 807–821.
6. Golosov V.N., Panin A.V., Markelov M.V. Chernobyl  $^{137}\text{Cs}$  Redistribution in the Small Basin of the Lokna River. Central Russia // Phys. Chem. Earth (A). 1999. V. 24. № 10. P. 881–885.
7. Higgitt D.I. The Development and Application of Caesium-137 Measurements in Erosion Investigation // Sediment and Water Quality in River Catchments. Ed. By I. Foster. A. Gurnell and B. Webb. John Wiley & Sons Ltd. 1995. P. 287–305.
8. Loughran R.J. The use of the environmental isotope caesium-137 for soil erosion and sedimentation studies // Trend in Hydrology. 1994. № 1. P. 149–167.
9. Porto P., Walling D.E., Callegari G. Using  $^{137}\text{Cs}$  measurements to establish catchment sediment budgets and explore scale effects // Hydrological Processes. 2011. V. 25. P. 886–900.
10. Walling D.E., Golosov V.N., Panin A.V., He Q. Use of radiocaesium to investigate erosion and sedimentation in areas with high levels of Chernobyl fallout // Tracers in Geomorphology. 2000. P. 183–200.