

Научные сообщения

УДК 551.4.01:168:551.435.162

© 2005 г. М.В. ВЕРЕТЕННИКОВА, Е.Ф. ЗОРИНА, С.Н. КОВАЛЕВ

ТИПИЗАЦИЯ ОВРАГОВ ПО ОСОБЕННОСТЯМ УСТЬЕВЫХ СТОРОВ¹

К необходимости классификации оврагов приходят практически все исследователи процессов линейной эрозии. Как правило, любая классификация возникает при двух необходимых условиях: 1 – потребности в ней и 2 – достаточного объема сведений о предмете классификации.

В период массового появления оврагов – конец XIX – начало XX вв. – исследователей, естественно, интересовали условия появления и развития крайне “агрессивных” эрозионных форм. Интерес к причинам массового появления оврагов нашел отражение в разделении оврагов по происхождению на естественные и антропогенные [1–5]. Правомерность считать оврагами эрозионные формы, возникшие в доагрикультурный период, до настоящего времени является дискуссионной [6, 7]. В период расширения пахотных площадей и активного развития овражной эрозии исследователей интересовал ряд вопросов: причины оврагообразования; характерные места начала процесса; наличие и размеры водосборов, в пределах которых концентрируются потоки талых и дождевых вод. В этих условиях естественным было появление классификаций оврагов по типам водосборов и в первую очередь разделение их на первичные и вторичные. Выделялись овраги:

1) склоновые, водосборы которых достаточно хорошо выражены в естественном рельефе;

2) донные, наследующие древние балочные, лощинные и суходольные водосборы, в днищах которых начинались новые эрозионные врезы;

3) береговые, не имеющие морфологически выраженного природного водосбора и развивающиеся в результате концентрации стока по бороздам, скотопрогонным тропам, дорогам и дорожным кюветам и другим линиям стока антропогенного происхождения;

4) овраги техногенные не имеющие природного, морфометрически выраженного водосбора, развивающиеся под действием бытовых и промышленных сбросов воды. Они возникают в местах разработок полезных ископаемых, при прокладке трасс трубопроводов и т.п.

Таким образом, эта классификация исходит, в основном, из оценки типа водосбора, концентрирующего сток воды, воздействие которого приводит к разрушению сложившегося природного комплекса и, как результат, к оврагообразованию.

По мере расширения сведений об оврагах: их распространении, условиях возникновения, влиянии природных условий на активность роста, появились классификации оврагов в соответствии с геологическими особенностями склонов: размываемо-

¹ Работа выполнена в рамках программы государственной поддержки ведущих научных школ (проект № НШ-1443.2003.5).

стью грунтов, типом сопутствующих склоновых процессов. К этому же времени относится и включение оврагов в общий ряд эрозионных форм от водороины на склоне до малых и крупных рек, в результате чего овраг находит свое место в классификации звеньев эрозионной сети: водороина на склоне – овраг – балка – река [8, 9].

К концу XIX в., т.е. через 100–150 лет после начала массовой распашки, большое количество оврагов практически закончило свое развитие не только в длину, но и по всем другим параметрам – ширине, глубине и объему. Появление, наряду с активными оврагами, форм практически заросших: с установившимися откосами и выработанным продольным профилем, обусловило применение к овражным формам терминов “живые” и “мертвые”, которые были введены в начале XX в. В.П. Жадановским [10]. Такая классификация в настоящее время практически не применяется, поскольку действующие овраги (живые) классифицируются более детально по стадиям развития, а те формы, которые по Жадановскому могут относиться к “мертвым”, сейчас нередко называют балками или отвершками балок, а при выполаживании бортов и значительной аккумуляции наносов на дне – лощинами.

В пореформенный период (с конца XIX в.) овражная эрозия стала привлекать пристальное внимание в связи с активизацией процесса оврагообразования по искусственно создаваемым рубежам стока при межевании. Резко возросло количество береговых оврагов, развивающихся на пахотных угодьях, по вырубкам, проселочным дорогам и тропам. Необходимость ограничения интенсивности развития оврагов в различных природных условиях, при разной степени и видах антропогенного воздействия обусловила потребность унификации противоэрозионных мероприятий для оврагов разных типов. Это выразилось в своеобразной классификации оврагов по типам целесообразных систем противоовражных мероприятий таких как, инженерные сооружения, фитомелиорация, лесомелиорация, простейшие гидротехнические сооружения (земляные плотины, валы) и т.п.

В дальнейшем, по мере развития овражной сети: увеличения количества и размеров овражных форм, превращения многих из них из растущих активных врезов в артерии транзитного переноса воды и наносов с водосборной площади, все больший интерес представляет принимающий бассейн, т.е. то место, к которому привязано устье оврага. На наш взгляд, в настоящее время просматриваются три основных причины повышенного внимания к типам замыкающих створов овражных водосборов:

1. Экологическая

В том случае, когда водосбором оврага является поле, по оврагу сбрасываются химические удобрения, вымываемые из пахотного горизонта или накопившиеся по контурам полевых угодий. Если овраг развивается или подрезает дорожный кювет, то в приемный бассейн попадают осевшие там отравляющие вещества от выхлопных газов и дизельного топлива, а так же тяжелые металлы. Если овраг развивается в пределах населенных пунктов и их ближайших окраин, он нередко используется под место свалки промышленных и бытовых отходов, и туда попадают ядохимикаты, стоки вредных производств из гаражей и т.п.

2. Влияние на интенсивность роста

Если в начальные этапы развития основное влияние на рост оврага оказывают величины расходов и скоростей воды, поступающей с водосбора, то на последующих стадиях все большее значение приобретает интенсивность выноса продуктов размыва и отсутствие или наличие аккумуляции в приустьевой зоне тальвега оврага. Известно, что овраг, как специфическая эрозионная форма, в подавляющем большинстве случаев развивается на выпуклых склонах рек и балок, когда, за счет увеличива-

ющихся продольных уклонов тальвега, создаются условия повышения скоростей потоков вниз по течению, а это, в свою очередь, приводит к выносу эродированного на склоне материала. Овраг на крутом склоне может развиваться даже тогда, когда устьевой створ водосбора опирается на пойму реки, днище балки или суходола. В том случае, когда линейный врез начинается на пологом склоне, необходимым условием для его развития является удаление размытого грунта постоянными или временными потоками значительной мощности, т.е. привязка устьевого створа к урезу реки, суходолу, к балке с постоянным водотоком или без него, имеющими значительную водосборную площадь. Тип устьевого створа определяет активность аккумулятивных процессов в тальвеге оврага, застание его бортов и днища растительностью. Можно утверждать, что, если скорости роста оврага в начальный период определяются морфометрией водосбора, то впоследствии все определеннее прослеживается зависимость его развития от типа устьевого створа. Исключительно своеобразными являются условия развития оврагов, растущих по берегам водохранилищ, периодическая сработка уровней которых становится причиной образования эрозионных ступеней регрессивно продвигающихся вверх по тальвегу оврага.

3. Противоэрозионные мероприятия

Тип устьевого створа оврага определяет вид противоэрозионных мероприятий. Например, при неустойчивом режиме уровня реки или водохранилища, овраг, устье которого привязано непосредственно к урезу воды, получает постоянные импульсы к развитию эрозионных ступеней в русле. В этом случае любые противоэрозионные сооружения, установленные в тальвеге оврага, оказываются практически неэффективными. Подмываются сбросные трубы, лотки, распылители и другие конструкции. Высадка кустарниковой растительности и залужение склонов в сочетании с ограничением поступления воды в вершины оврага и его отвершков могут приостановить развитие оврага наиболее надежно. Комплекс гидротехнических сооружений целесообразно применять при надежной фиксации отметки устьевого створа овражного водосбора, изменяя таким способом форму его продольного профиля. Распределение разного рода устройств на днище оврага должно подкрепляться перераспределением стока на водосборе при помощи террасирования склонов, а так же сброса стока по лоткам и водоводам. В задачи данной статьи не входит рассмотрение комплекса противоэрозионных мероприятий для ограничения развития оврагов в разных природных условиях, однако безусловно важно, привлечь внимание к учету особенностей роста овражной сети в зависимости от принимающего бассейна для выбора наиболее целесообразных мелиоративных систем.

В процессе развития оврагов нередко наблюдаются переходы оврагов от одного типа привязки его устья к другому. При этом происходит изменение как интенсивности развития оврага, так и его воздействия на экологическую ситуацию и, соответственно, на целесообразный набор мероприятий, направленных на предотвращение дальнейшего развития овражной эрозии. Примером может служить овраг, развивающийся на высоком берегу р. Каменка (приток р. Нерли, Владимирская область). Он привязан к пойме реки и имеет отчетливо выраженный в рельефе поймы обширный конус выноса. Сейчас от уреза реки, прорезая конус, к замыкающему створу оврага продвигается новый врез, имеющий тенденцию к соединению со старым оврагом и переносу привязки к урезу реки. В случае такого объединения глубина базиса эрозии оврага возрастет на величину превышения поймы над урезом реки, которая составляет 8–10 м, а это приведет к активизации процессов углубления, расширения и удлинения всей эрозионной формы (рис. 1).

Ниже, на рисунках 2–4 представлены овраги с разным типом привязки устьевых створов.

На рисунке 2 показаны варианты привязки устьев оврагов непосредственно к урезу рек и ручьев. На рисунке 2А представлена серия растущих оврагов. На участке

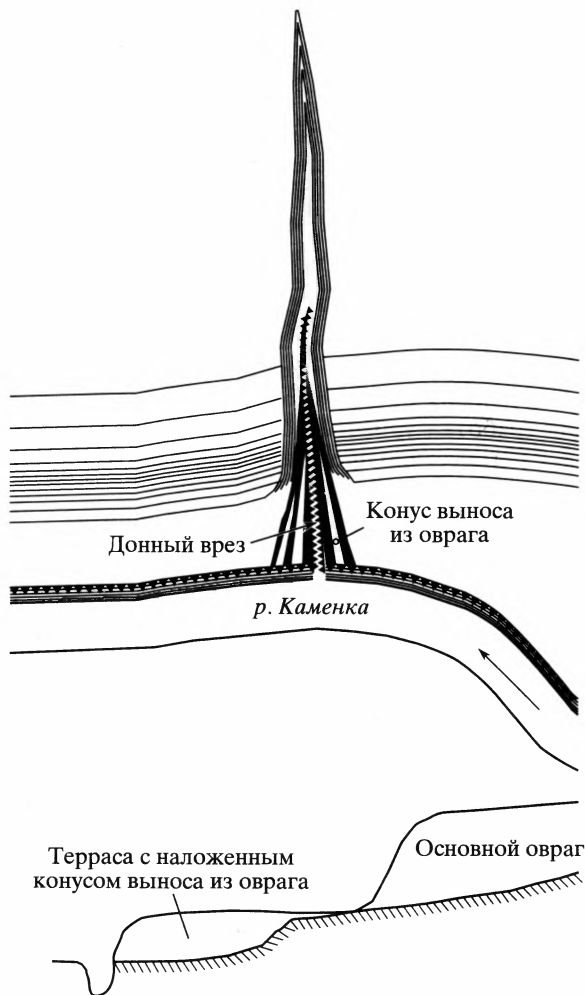


Рис 1. Схема расположения оврага с устьем, выходящим на пойму р. Каменки

реки наблюдается некоторое сужение потока в результате выноса грунта из оврагов. Размыва противоположного берега при этом не происходит. На рисунке 2Б показана ситуация, когда, вынесенный из оврага № 1 материал, отжимая поток к противоположному берегу, размывает его и провоцирует начало формирования новой излучины. Материал, вынесенный из оврага № 2, откладывается ниже по течению и формирует остров.

На рисунке 3 представлен вариант привязки устья оврага к пойме. В данном случае конус выноса оврага не подмывается постоянным водотоком, и его нижняя часть залужена, не имея признаков активного развития.

Своеобразным является развитие оврагов на склонах балок и суходолов в тех случаях, когда их устьевые створы подрезаются донным врезом, развивающимся в днищах этих форм. Донные врезы, образуя эрозионную ступень в устье оврага или в отверстии балки, провоцируют активизацию существующих и возникновение новых оврагов (рис. 4).

Рассмотренные овражные формы в долинах рек и на склонах балок испытывают прямое воздействие особенностей устьевых створов водосборов. С другой стороны,

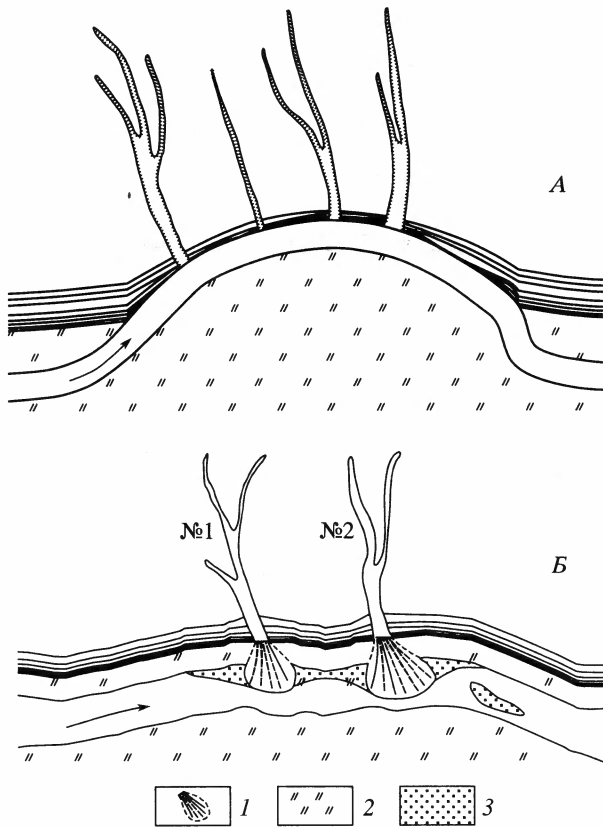


Рис 2. Схемы привязки устьев оврагов непосредственно к урезам рек и ручьев
 А – устья оврагов, не формирующих конус выноса, Б – “отжимание” потока к противоположному берегу конусами выноса оврагов. 1 – конус выноса, 2 – пойма реки, 3 – отмель

овраги своим появлением, развитием и выносом переработанного материала оказывают и иногда существенное воздействие на русловые формы в реках, морфометрию поймы, а также продольный и поперечные профили дна балок.

Несомненный интерес представляют многолетние наблюдения, проводимые с 1982 г. на территории учебно-научной станции географического факультета МГУ, расположенной на р. Протве (приток р. Оки, Калужская область). На большом протяжении склонов долины реки развивается серия крупных оврагов. Большинство из них имеют водотоки, истоками которых служат родники, вскрывающиеся в бортах оврагов при достижении ими водоносного горизонта. Овраги этой серии сходны по форме строения бортов, глубине базиса эрозии, степени распаханности водосборов. Однако в типах устьевых створов наблюдаются существенные различия. Одни овраги опираются на широкую высокую пойму реки; другие – имеют устьевой створ, ежегодно затопливаемый в период половодья, т.е. к низкой пойме. Конус выноса одного из наблюдаемых оврагов – Егорова – выдвигается в русло реки и ежегодно претерпевает существенные переформирования, оставаясь, вместе с тем, практически неизменным по высоте. Переформирования, в основном, касаются расширения тела конуса, изменений формы подводной и надводной частей, появления и отмирания проток на поверхности и т.п. Постоянство высотных отметок конуса гарантирует отсутствие аккумулятивных форм в приустьевых частях дна оврага, т.е. беспрепятственный вынос размытого материала из самого оврага и перенос почвогрунтов,

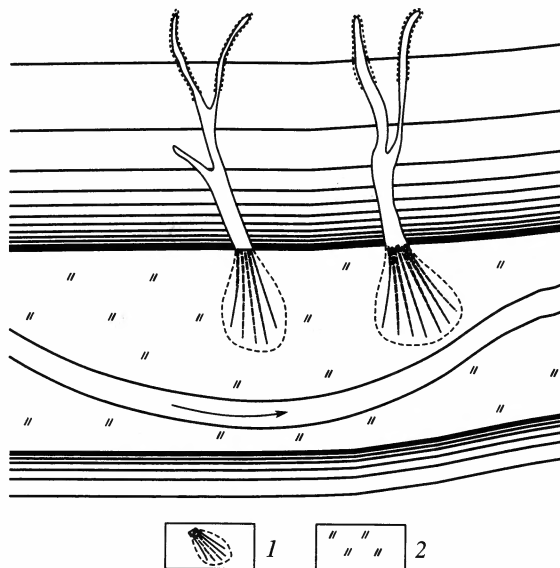


Рис. 3. Привязка устья оврага к пойме
Усл. обозначения см. рис. 2

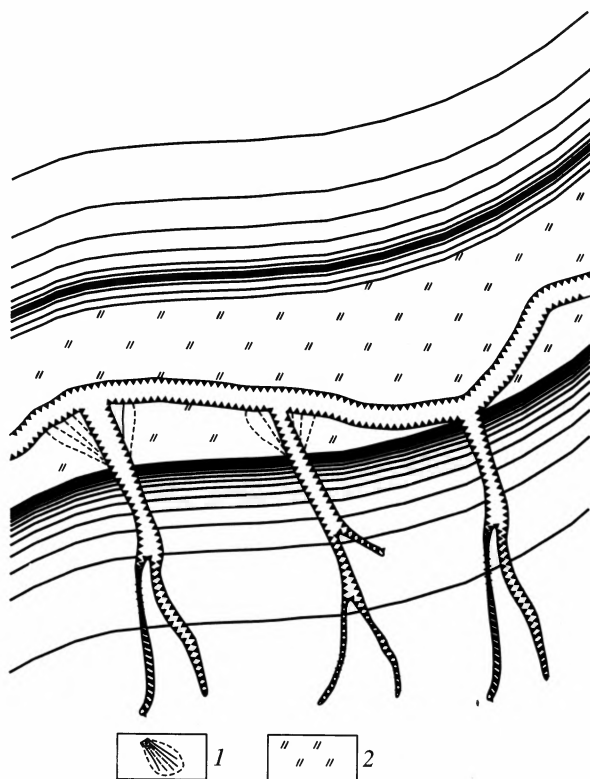


Рис. 4. Донный врез в балке провоцирует активизацию существующих и возникновение новых оврагов
Усл. обозначения см. рис. 2

смытых с площади овражного водосбора. Егоров овраг – один из наиболее активно развивающихся, особенно по сравнению с оврагами, конус выноса которых опирается на высокую пойму р. Протвы. Поскольку говорить об абсолютной аналогии в природных и антропогенных предпосылках оврагообразования, даже на одном участке реки некорректно, то можно допустить влияние на интенсивность развития конкретного оврага и некоторых других обстоятельств, таких как: концентрация стока, вид распахки, тип культур на полях, морфометрия склонов. Однако, при этом, одним из основных условий развития большого и сравнительно активно растущего оврага является беспрепятственный вынос грунта за его пределы.

Лабораторные исследования процесса развития оврага с момента его появления на склоновом водосборе до затухания процесса, показали, что условие беспрепятственного выноса грунта обеспечивает выработку классической кривой продольного профиля равновесия, удаление продуктов склоновых процессов и, в конечном итоге, формирование оврага с максимально возможными, в данных природных условиях, размерами: длиной, шириной, площадью, объемом. В том случае, когда эрозионный процесс проходит замедленно в связи с образованием в устьевой части оврага аккумулятивного тела, снижающего базис эрозии и уклон тальвега, размеры оврага значительно меньше [11].

Результаты многолетних исследований в различных природных условиях приводят к выводу о целесообразности наряду с принятыми классификационными признаками, такими как – первичные и вторичные овраги, естественные и антропогенные, принять в качестве такового и тип привязки оврага к более крупному звену эрозионной сети. По этому признаку, в первом приближении, можно выделить следующие типы оврагов:

- 1) устье которых привязано к урезу или низкой пойме постоянного водотока (реки разных порядков, крупные балки с постоянными водотоками);
- 2) устье которых опирается на высокую пойму реки или тальвег линейных эрозионных форм с временным водотоком (днище балки или суходола);
- 3) устьевые створы которых непосредственно связаны с развивающимся донным оврагом в днище суходолов и балок;
- 4) привязанные устьем к водоемам со значительной амплитудой колебаний уровня воды (годовой и многолетний).

Классификация оврагов по типам привязки устьевого створа должна:

- быть существенным дополнением при визуальных оценках состояния оврагообразовательного процесса на территории;
- учитываться при расчетах потенциально возможного развития оврагов, как на отдельном склоновом водосборе, так и на водосборе балки или суходола, когда исключительно важным оказывается факт развития донных оврагов, стимулирующих оврагообразование на склонах;
- являться одной из существенных характеристик при выборе рационального комплекса противоэрозионных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гужева А.Ф. Овраги Среднерусской возвышенности // Тр. Ин-та Географии АН СССР (м-лы по геоморфологии и палеогеографии СССР). М.-Л.: 1948. Т. 42. Вып. 1. С. 37–74.
2. Косов Б.Ф. Рельефообразующая роль антропогенной овражной эрозии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1978. № 5. С. 19–26.
3. Дедков А.П., Рысин И.И., Чернышова Т.Н. Овражная эрозия на пахотных землях Европы // Геоморфология. 1993. № 2. С. 3–13.
4. Овражная эрозия / Р.С. Чалов. М.: Изд-во МГУ, 1989. 167 с.
5. Овражная эрозия востока Русской равнины / А.П. Дедков. Казань: Изд-во КазГУ, 1990. 142 с.
6. Назаров Н.Н. Овражная эрозия в Прикамье. Пермь: Изд-во ПГУ, 1992. 104 с.
7. Зорина Е.Ф., Любимов Б.П., Тимофеев Д.А. Что такое овраг? // Геоморфология. 1998. № 2. С. 28–31.
8. Леваковский И.Ф. Воды России по отношению к её населению. Харьков: 1890. 280 с.

9. Докучаев В.В. Способы образования речных долин Европейской России. М.: Изд-во АН СССР, 1949. Вып. 2. 156 с.
10. Жадановский В.П. Опыт исследования оврагов. Воронеж: 1908. 130 с.
11. Никольская И.И. Экспериментальные исследования развития оврагов: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1980. 25 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
01.08.2003

GULLIES CLASSIFICATION ON THE BASE OF MOUTH ALIGNMENTS

M.V. VERETENNIKOVA, E.F. ZORINA, S.N. KOVALEV

S u m m a r y

The classification suggested is based on morphological features of mouth alignments. The latter may be linked to the water edge or flood plain, to the bed of the balkas and dry valleys or to the water reservoirs. These peculiarities have a significant impact on the intensity of gullies growth and on their role in the erosion-accumulation processes within the catch basin.

УДК 551.4.03 (100.4)

© 2005 г. Б.А. КАЗАНСКИЙ

ГИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНТИНЕНТОВ ПО ЦИФРОВЫМ ДАННЫМ

Введение

Гипсометрический анализ является важной составной частью геоморфологического описания поверхности Земли. Общедоступные базы цифровых данных по топографии земной поверхности (ЕТОРО) позволяют в настоящее время проводить гипсометрический анализ рельефа континентов с более высокой точностью и детальностью, чем это делалось ранее [1–4]. В данной работе излагаются некоторые результаты такого анализа, выполненного с использованием данных ЕТОРО 2', полученных с помощью Data Acquisition Form с сайта <http://topex.ucsd.edu>. Указанный сайт предоставляет высоты точек земной поверхности в целых метрах и их координаты по равномерной сетке 2' × 2' (в районе экватора) для проекции Меркатора от 72° с.ш. до 72° ю.ш., что составляет 95% полной поверхности Земли. Наглядную качественную оценку этих данных дают карты топографии земной поверхности В. Смита и Д. Сэндвелла (W. Smith and D. Sandwell) м-ба 1 : 31000000, построенные на основе этих данных и представленные на указанном сайте. Количественная оценка данных ЕТОРО 2' была выполнена автором путем сопоставления рассчитанного на их основе распределения высот Японии с распределением, полученным ранее картометрически по площадкам 1' × 1.5' [5]. Эти распределения оказались полностью тождественными.

Для гипсометрического анализа необходима равномерная равноплощадная сетка точек, поэтому исходные данные были пересчитаны для получения равномерного распределения точек высот по разреженной сетке 4' × 4', т.е. для площадок площадью 54.88 км². Разрядка сетки точек сделана для сокращения размеров массивов цифровых данных и времени счета и не должна влиять на точность анализа (во много раз превышающую точность прежних данных для 1-градусных и 30-минутных площадок). Данные скачивались из Интернета трапециями 5° по широте и 30° по долготе, содержащими от 135000 до 357000 точек высот, и после пересчета в равноплощадные и исключения точек, лежащих ниже –200 м, суммировались по выбранным