

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.834 : 552.1 : 53

*В. Г. Быков, Ф. А. Воробьев, В. В. Жигулев, С. С. Снеговской*ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН НА СКЛОНАХ ГЛУБОКОВОДНОГО ЖЕЛОБА

Определены эффективные коэффициенты поглощения и отражения в осадочной толще на трех различных в структурном плане участках Курило-Камчатского глубоководного желоба. Полученные значения эффек-

тивных коэффициентов поглощения позволяют сделать предположение о сходных условиях формирования осадочных отложений на континентальном и океаническом склонах желоба.

Одним из наиболее распространенных источников информации о строении осадочной толщ при комплексной геофизической съемке в морях и океанах служит непрерывное сейсмическое профилирование (НСП). Временные разрезы, получаемые методом НСП, содержат данные о глубине морского дна и границах слоев в осадочной толще, отчетливо выявляют в большинстве случаев качественную картину внутренней структуры осадочных комплексов, но не позволяют дать количественную оценку их физических свойств. Такую возможность дает определение коэффициентов поглощения и отражения, которые относятся к наиболее важным параметрам, позволяющим определить свойства среды и ее литологический состав [4].

В настоящей работе предпринята попытка определить коэффициенты поглощения и отражения в осадочной толще на отдельных участках параллельно с наблюдениями НСП, проводившимися ИМГиГ ДВНЦ АН СССР в северо-западной части Тихого океана.

В качестве источников упругих волн различной частоты применялись комплекс аппаратуры «Волна» и пневмопушка ПИ-1В. Плавающая пьезокоса, служащая приемником отраженных волн, длиной 400 м состояла из трех бесприборных, одной грузовой и одной рабочей секций. В приемном устройстве использованы пьезодатчики повышенной чувствительности ПДС-7. Для согласования с регистрирующим устройством применялся широкополосный усилитель, собранный на интегральных микросхемах. Динамический диапазон усилительного тракта составлял 72 дБ. Регистрация производилась при постоянном коэффициенте усиления в диапазоне частот 60—200 Гц. Запись отраженных сигналов осуществлялась с помощью факсимильного регистра-

тора и самописца уровня электрических колебаний Н-338-6П.

Примеры записей сигналов приведены на рис. 1, структура осадочных отложений представлена на временных разрезах (рис. 2). Из рис. 1 видно, что параметры приема и регистрации в процессе наблюдения подобраны таким образом, чтобы исключить влияние микросейсм на амплитуду и форму полезных отраженных и кратных волн от различных акустических границ.

Для определения коэффициентов поглощения и отражения применены способы, основанные на использовании зависимости амплитуды отраженных волн от времени их прихода в точке вблизи источника [8] и справедливые при выполнении следующих условий [1, 2, 8]: 1) все отраженные волны являются однократными, 2) коэффициенты преломления на границах близки к единице и их можно не учитывать, 3) коэффициенты отражения от разных слоев отличаются мало. Однако в реальных условиях допущения, положенные в основу этих способов, строго не соблюдаются. В связи с этим коэффициенты поглощения являются эффективными параметрами, учитываемыми как влияние собственно поглощения, так и слоистости среды [2].

Значение эффективного коэффициента поглощения определялось по формуле [8]

$$\alpha = \frac{\Delta \ln(A\bar{V}t)}{\Delta(\bar{V}t)}, \quad (1)$$

где A — амплитуда сигнала, \bar{V} — средняя скорость распространения упругих волн в неконсолидированных осадках, м/с, t — время отражения, с. Строили графики зависимости $\ln(A\bar{V}t)$ от t . Аппроксимируя их прямыми ли-

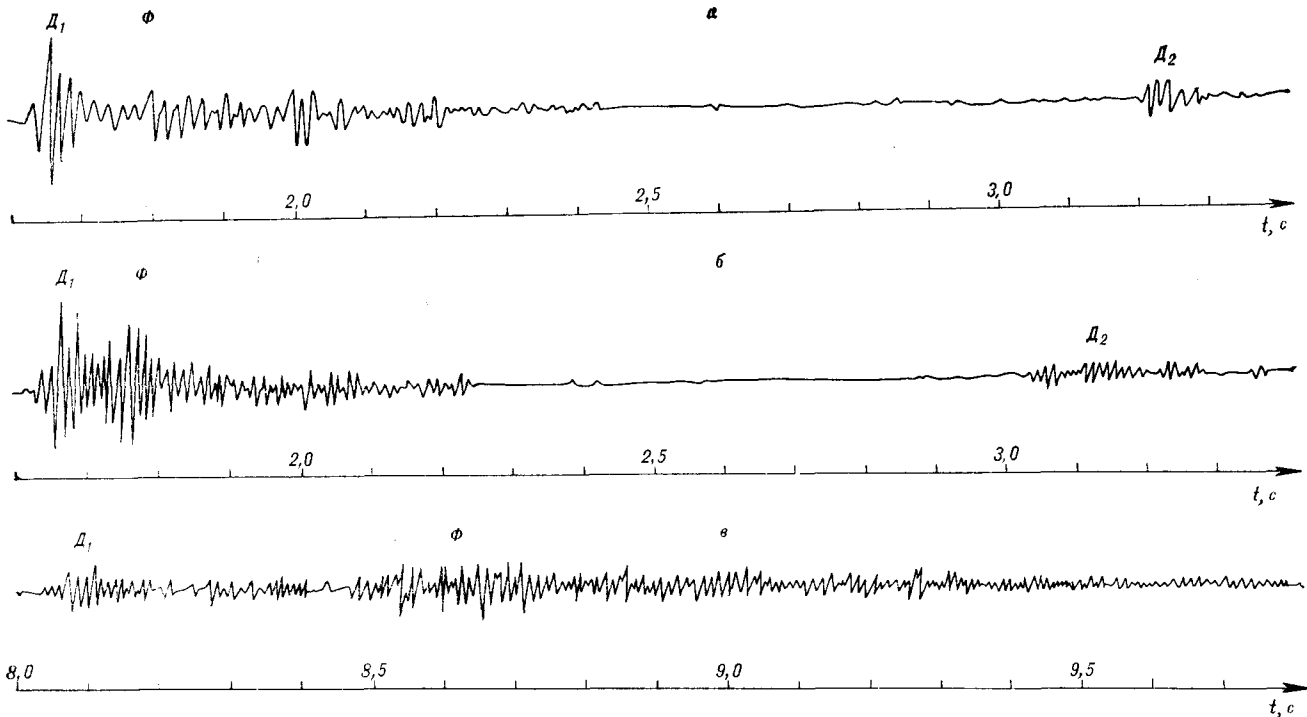


Рис. 1. Примеры записей отраженных волн на регистраторе Н-338-6П.

а — участок I, 40—200 Гц; б — участок II, 90—200 Гц; в — участок III, 90—200 Гц. D_1 — отражение от дна, D_2 — отражение от дна второй кратности, Ф — отражения от границ осадочной толщи.

ниями, по наклону определяли α (t отсчитывалось от поверхности моря, \bar{V} принята равной 2000 м/с [5, 7, 8]). Значения затухания, получаемые в дБ/с, были переведены в размерность m^{-1} с учетом сферического расхождения по представленной в [8] шкале. Результаты измерений коэффициентов поглощения приведены на рис. 3, кинематические характеристики отраженных волн и особенности структуры дна океана представлены на сейсмических записях отраженных сигналов на рис. 1 и 2.

Район исследований относится к зоне Курило-Камчатского глубоководного желоба на траверзе среднего звена Курильской островной гряды. Измерения динамических характеристик проводились на трех участках, два из которых расположены на континентальном и один на океаническом склонах желоба.

Участок I находится на удалении более 100 км от оси желоба (глубина океанического дна около 1200 м) и в структурном плане относится к северо-восточному замыканию антиклинального поднятия подводного хр. Витязь. В волновом поле по интенсивности и форме записи различаются две группы отражений. Первая регистрируется на значениях времени от 1,6 до 1,75 с, вторая — от 1,75 до 2,1 с. На временном разрезе обнаруживается поверхность нижней толщи, рассматриваемой в качестве акустического фундамента. Очевидно,

верхняя толща представлена слоистыми отложениями с большим количеством отражающих границ. Ее мощность, определенная по временному интервалу, составляет около 150 м, мощность нижележащей толщи 350 м. Средние эффективные коэффициенты поглощения в придонном слое $\bar{\alpha}_1 = 1,51 \cdot 10^{-3} m^{-1}$, в нижележащем — $\bar{\alpha}_2 = 0,66 \cdot 10^{-3} m^{-1}$. Зондирование производилось с помощью пневмоизлучателя ПИ-1В на частоте 40 Гц.

Участок II расположен у подошвы океанического склона островной структуры на удалении около 150 км от оси желоба. Глубина дна примерно 1100 м. Отраженные волны регистрируются во временном интервале до 2 с. Вслед за донным отражением, в интервале до 1,75 с, регистрируется целый ряд волн, по рисунку сейсмической записи которых можно предполагать, что разрез представлен нормально-осадочными отложениями. Для верхней толщи осадков характерны монотонно-слоистая структура и пологое залегание границ. Границы в верхнем слое представлены четкими отражающими площадками, в нижнем слое границы несколько деформированы. Осадочная толща, таким образом, подразделяется на два слоя мощностью ~ 100 и 350 м с коэффициентами поглощения $\bar{\alpha}_1 = 1,68 \cdot 10^{-3}$ и $\bar{\alpha}_2 = 0,58 \cdot 10^{-3} m^{-1}$ соответственно. Преобладаю-

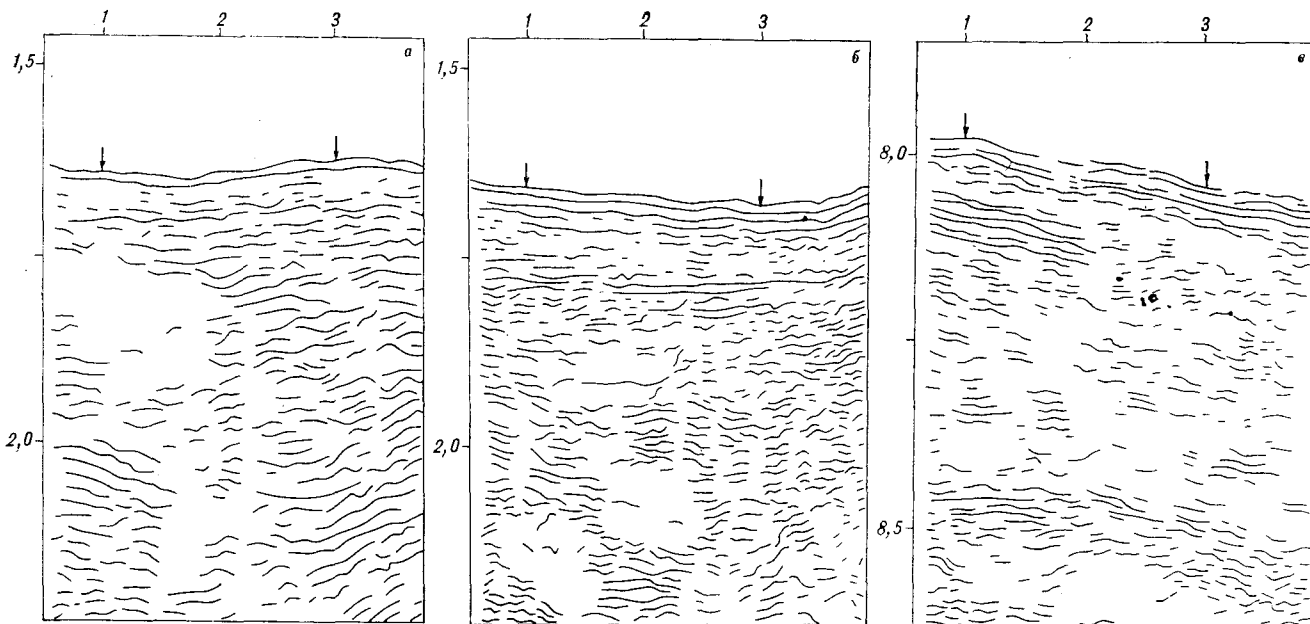


Рис. 2. Временные разрезы НСП.

По оси абсцисс — расстояние по профилю, км, по оси ординат — время отражения, с. Стрелками указаны участки из-

мерения динамических параметров волн; а — участок I, верхняя часть континентального склона; б — участок II, подножие подводного склона островной гряды; в — участок III, океанический склон глубоководного желоба.

мая частота сигнала, излучаемого электроискровым источником, равна 130 Гц.

Участок III находится на океаническом склоне желоба, на удалении около 20 км от его осевой части. Профиль наблюдений ориентирован вдоль желоба. Время регистрации отраженных волн достигает 9 с, донное отражение прослеживается на времени 8 с, что соответствует глубине океана 6000 м. Первая группа отражений фиксируется в интервале до 8,15 с. Для нее характерны довольно высокая интенсивность и значительная протяженность отражающих площадок. Вторая группа регистрируется вслед за первой в интервале 8,15—8,5 с. Здесь значительно уменьшаются количество отражений и их интенсивность.

Характеристика отражающих свойств некоторых отдельных границ может быть выполнена на основе методики, изложенной в [8]. Как видно по временным разрезам НСП, участкам наблюдений соответствует спокойный рельеф океанического дна, поэтому формула для оценки отражения от дна при нормальном падении имеет вид [8, 9]

$$K = 2 \frac{A_2}{A_1}, \quad (2)$$

где K — коэффициент отражения, A_1 и A_2 — амплитуды отраженных волн первой и второй кратности (см. рис. 1, а, б). Результаты оценки коэффициентов отражения волн от границы раздела вода — осадки для двух участков приведены в таблице.

В некоторых случаях возможно также определение коэффициентов отражения от нижележащих горизонтов. Коэффициент отражения от основания первого слоя осадков (см. рис. 2, а) оценивается по формуле [8]

$$K_2 = \frac{B}{A} \cdot \frac{H_2 (V_2/V_1) K_1}{H_1 (1 - K_1^2)} \cdot e^{\alpha_2 \cdot 2H_2}, \quad (3)$$

где A , B — амплитуды отраженных волн от кровли и подошвы первого слоя, H_1 , H_2 — глубина океана и толщина первого осадочного слоя соответственно, V_1 , V_2 — скорости распространения упругих волн в воде и осадках соответственно, K_1 — коэффициент отражения от дна, α_2 — коэффициент поглощения во втором осадочном слое. Были приняты следующие значения основных параметров: $H_1 = 1200$, $H_2 = 140$ м; $V_1 = 1500$, $V_2 = 2000$ м/с; $K_1 = 0,40$;

Район	Номер импульса	Глубина источника, м	A_1 , мм	A_2 , мм	K_1	K_1 среднее
I	1	30	5,0	0,8	0,32	0,43
	2	30	4,5	0,8	0,36	
	3	30	4,3	1,0	0,46	
	4	30	4,5	1,2	0,53	
	5	30	5,6	1,3	0,46	
II	1	25	8,0	1,8	0,45	0,40
	2	25	8,5	1,6	0,37	
	3	25	8,0	1,6	0,40	
	4	25	6,8	1,3	0,38	
	5	25	7,7	1,4	0,36	

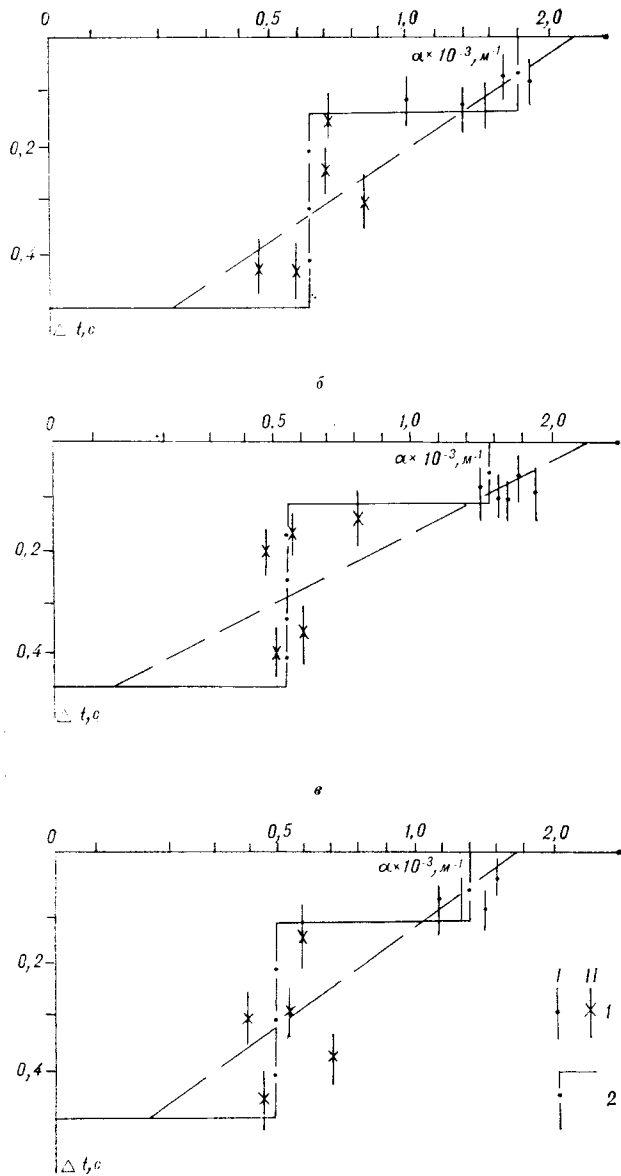


Рис. 3. Определение коэффициентов поглощения в осадочной толще.

а — участок I; б — участок II; в — участок III; 1 — интервалы определения и значения α для разных слоев (I — первый, II — второй слой); 2 — граница слоев.

$\alpha_2 = 0,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$; $A/B = 2,15$. Оценка K_2 по формуле (3) дает значение, равное 0,29.

Подводя итог выполненным вычислениям, можно отметить следующее. На всех трех участках проведенных наблюдений выделяются два слоя осадочных отложений, которые различаются как по внутренней структуре, так и по физическим свойствам. Значения эффективных коэффициентов поглощения сейсмических волн в первом осадочном слое изменяются в пределах $(1,4-1,85) \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$, поглощение энергии в подстилающем слое в 2—3 раза меньше.

Коэффициенты отражения упругих волн от океанического дна имеют численные значения около 0,4, единичное определение коэффициента отражения от поверхности второго слоя осадков показывает также большую величину — $\sim 0,3$.

Данные предшествующих геолого-геофизических исследований на континентальном склоне Курило-Камчатского глубоководного желоба [3, 6] показывают, что осадочные отложения в области их распространения подразделяются на две толщи. Верхняя, плиоцен-четвертичная, интенсивно стратифицирована и практически недислоцирована. В прогибах она представлена глинистыми илами с различной степенью насыщенности туфогенным материалом, на крыльях структур — в основном песчаниками, туфами и их разностями.

Вероятно, для верхней толщи характерно переслаивание илистого и туфогенно-песчаного материала. В этом случае могут найти объяснение те высокие значения коэффициентов отражения от дна моря и от подошвы верхней осадочной толщи, которые были определены на двух первых участках наблюдений.

Второй комплекс осадков обнажается на крутых склонах и сложен преимущественно разнозернистыми песчаниками и алевролитами с их туфогенными разновидностями. Возраст этих отложений определяется миоценовым. Они также хорошо стратифицированы и слабо дислоцированы.

Значения коэффициентов поглощения позволяют, судя по известным характеристикам горных пород [4], подтвердить заключение о преимущественно терригенном составе осадочных комплексов континентального склона желоба. Различие величин коэффициентов поглощения для двух толщ, очевидно, объясняется различной степенью их уплотнения и литифицированности, на что эффект поглощения сейсмической энергии реагирует значительно больше, нежели величина скорости распространения сейсмических волн.

Интересным является сходство параметров поглощения в слоях осадочного чехла на участках океанического и континентального склонов желоба. Возраст осадков в обоих случаях находится в близких границах, осадки океанической плиты также подразделяются на два слоя [10], верхний из которых сложен в основном илами или глиной с прослоями вулканического пепла, нижний — глиной и аргиллитами с прослоями кремния.

Отмеченные черты сходства в строении, литологическом составе и физических свойствах осадочных отложений океанической и глубоководной частей континентального склона Курило-Камчатского желоба позволяют предполагать и сходство процессов осадконакопления в

этих зонах. Осаждение взвешенного в воде терригенного и вулканогенного материала, очевидно, является преобладающим фактором в отложении осадков на значительных удалениях от островной гряды, за исключением участков крутого склона, где более существенным оказывается влияние других процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ампилов Ю. П. Методы определения поглощающих свойств неоднородных сред.— Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1983.
2. Берзон И. С., Епинагьева А. М. и др. Динамические характеристики сейсмических волн в реальных средах.— М.: Изд-во АН СССР, 1962.
3. Васильев Б. И., Жильцов Э. Г., Суворов А. А. Геологическое строение юго-западной части Курильской системы дуга — желоб.— М.: Наука, 1979.
4. Галаган Е. И., Епинагьева А. М. и др. Решение литологических задач сейсмическими методами разведки.— М.: Недра, 1979.
5. Калинин А. В., Калинин В. В. и др. Определение поглощения сейсмических волн по данным сейсмических исследований на акваториях.— ДАН СССР, 1980, т. 250, № 4.
6. Корнев О. С., Сваричевский А. С., Шереметьева Г. Н. О геологическом строении подводного

В заключение необходимо отметить, что выполненные исследования проведены в небольшом объеме, они показывают возможности метода и интерпретации результатов, однако не позволяют сделать более определенные выводы.

- хребта Витязя.— В кн.: Структура и состав осадочного чехла северо-запада Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982.
7. Ломтев В. Л., Патрикеев В. Н. Рельеф и распределение осадков подводной долины Буссоль с позиций сдвиговой тектоники.— В кн.: Геологическая интерпретация сейсмических наблюдений в Дальневосточном регионе. Южно-Сахалинск: ДВНЦ АН СССР, 1978.
8. Непрочнов Ю. П. Сейсмические исследования в океане.— М.: Наука, 1976.
9. Патрикеев В. Н., Снеговской С. С. Разделение осадочного чехла на сейсмофации в северо-западной части Тихого океана.— В кн.: Сейсмические исследования в западной части Тихого океана и его обрамлении. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983.
10. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. US Govern. Print. Office. Washington, 1973, v. 19.

ИГиГ ДВНЦ АН СССР
Хабаровск
ИМГиГ ДВНЦ АН СССР
Новоалександровск

Поступила в редакцию
20 января 1984 г.

УДК 551.21(571.661)

Ю. А. Колясников, Л. Л. Красный

ОПУХСКАЯ ВУЛКАНОСТРУКТУРА (КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ)

Кратко рассмотрены строение и состав эффузивов Опухской вулканоструктуры. Обращено внимание на

перспективность ее в отношении ряда полезных ископаемых.

В 1981 г. авторы данной статьи провели тематические исследования в бассейне верхнего течения р. Опуха, где на значительной площади проявился миоценовый вулканизм, в результате которого сформировалась Опухская вулканоструктура (см. рисунок). Поскольку в литературе сведения об этой структуре крайне отрывочны (Геология и полезные ископаемые Корякского нагорья. Л.: Недра, 1965), авторы сочли нужным изложить свои материалы в виде краткого сообщения.

те раннеплейстоценового возраста. В составе свиты были выделены две подсвиты: нижняя (550 м), представленная туфами, туфоагломератами, маломощными потоками эффузивов, и верхняя (800 м), сложенная покровами андезитов и андезитобазальтов. В конце 70-х гг. в этом районе геологами ВАГТ проводились поисково-съёмочные работы. Н. А. Савочкиным (1981 г.) эта толща была отнесена к миоценовому возрасту и разделена на нижнюю (туфы, лавы и лавобрекчии дацитов), среднюю (базальты, андезиты и андезитобазальты) и верхнюю (дациты и их туфы, липариты) подтолщи.

Первые данные о вулканических толщах бассейна р. Опухи получены Ю. П. Ершовым, А. Н. Успенским и Н. А. Савельевым в 1957 г., которые отнесли их по аналогии с южными районами Корякского нагорья к апухской сви-

Площадь выходов вулканитов в пределах этой структуры составляет более 2000 км² при максимальной мощности разреза до 1200 м в цент-