

УДК 551.24

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СКОРОСТЯХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РАЙОНЕ САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

© 1994 г. С. И. Шерман, А. Н. Демин, С. М. Попова, М. А. Ербаева, В. А. Мишарина

Представлено академиком Н.А. Логачевым 29.10.93 г.

Поступило 30.10.93 г.

Плотина Саяно-Шушенской ГЭС расположена в районе, сейсмическое районирование которого в настоящее время уточняется (рис. 1). Хорошо известно, что при сейсмораионировании территорий одно из существенных значений придается скоростям вертикальных движений коры. Они, как правило, тесно коррелируют с сейсмичностью [1]. Для района Саяно-Шушенской ГЭС известны скорости вертикальных движений коры, оцененные геодезическими методами и составляющие для поднятий 8 - 14 мм/год, а для опусканий 1.6 - 11 мм/год [9]. При проведении сейсмораионирования и оценке возраста сейсмогенных деформаций используют среднее значение, равное 11 мм/год [4], вычисленное из максимальной по амплитуде пары приведенных значений. Скорость в 11 мм/год – весьма высокая величина, свидетельствующая о сейсмоопасности района. Однако неотектоническая структура района [8, 10], его слабая современная сейсмическая активность [2], некоторые структурно-геоморфологические черты рельефа не дают оснований для уверенной опоры на осредненное значение скорости движений коры в 11 мм/год [4].

В 1992 г. во время детальных полевых исследований в районе Саяно-Шушенской ГЭС нами обнаружены недавно вскрытые при проведении дорожных работ разрезы отложений, слагающих III (25 - 30 м) террасу р. Енисей. Разрезы находятся на р. Сизой и руч. Карлова, правом и левом притоках Енисея, на расстоянии около 22 км друг от друга, удалены от его берегов не более чем на 1.5 км и расположены на одном гипсометрическом уровне (см. рис. 1). Высота террас над уровнем реки и их возраст позволяют рассчитывать скорости вертикальных движений, для чего отложения террас были тщательно исследованы. В них обнаружены остатки организмов: споры и пыльца, моллюски и

остатки мелких млекопитающих, захороненные в следующих геологических ситуациях.

Разрез по руч. Карлова находится в 150 м от его устья. Здесь на левом берегу на протерозойских расланцованных и сильно трещиноватых породах джебашской серии [5] и динамокластитах чешуйчатого взбросо-надвига (аз. пад. $145^\circ \angle 45^\circ - 50^\circ$), слагающих цоколь III террасы, с резким несогласием залегают (снизу вверх):

1. Косослоистые слабо сцементированные светло-серые песчано-гравийные отложения с галькой и обломками кварца, а также двуслюдяных сланцев и метавулканитов основного и среднего составов джебашской серии 0.2 м
2. Косослоистые слабо сцементированные светло-серые и серые, иногда слабо обохренные суглинки..... 1.2 м



Рис. 1. Карта района исследования. 1 – места расположения геологических разрезов (1 – руч. Карлов, 0.2 км от устья; 2 – с. Пойлово [7]; 3 – р. Уй, 6 км от устья [6]; 4 – р. Голубая, 3.5 км от устья [6]; 5 – р. Сизая, 1.5 км от устья); 2 - 4 – блоки (2 – Джебашский, 3 – Означенский, 4 – Кантегиро-Борусский); 5 – разломы (1 – Кандатский, 2 – Борусский, 3 – Карловский чешуйчатый взбросо-надвиг).

Институт земной коры
Сибирского отделения
Российской Академии наук, Иркутск
Геологический институт
Бурятского филиала Сибирского отделения
Российской Академии наук, Улан-Удэ

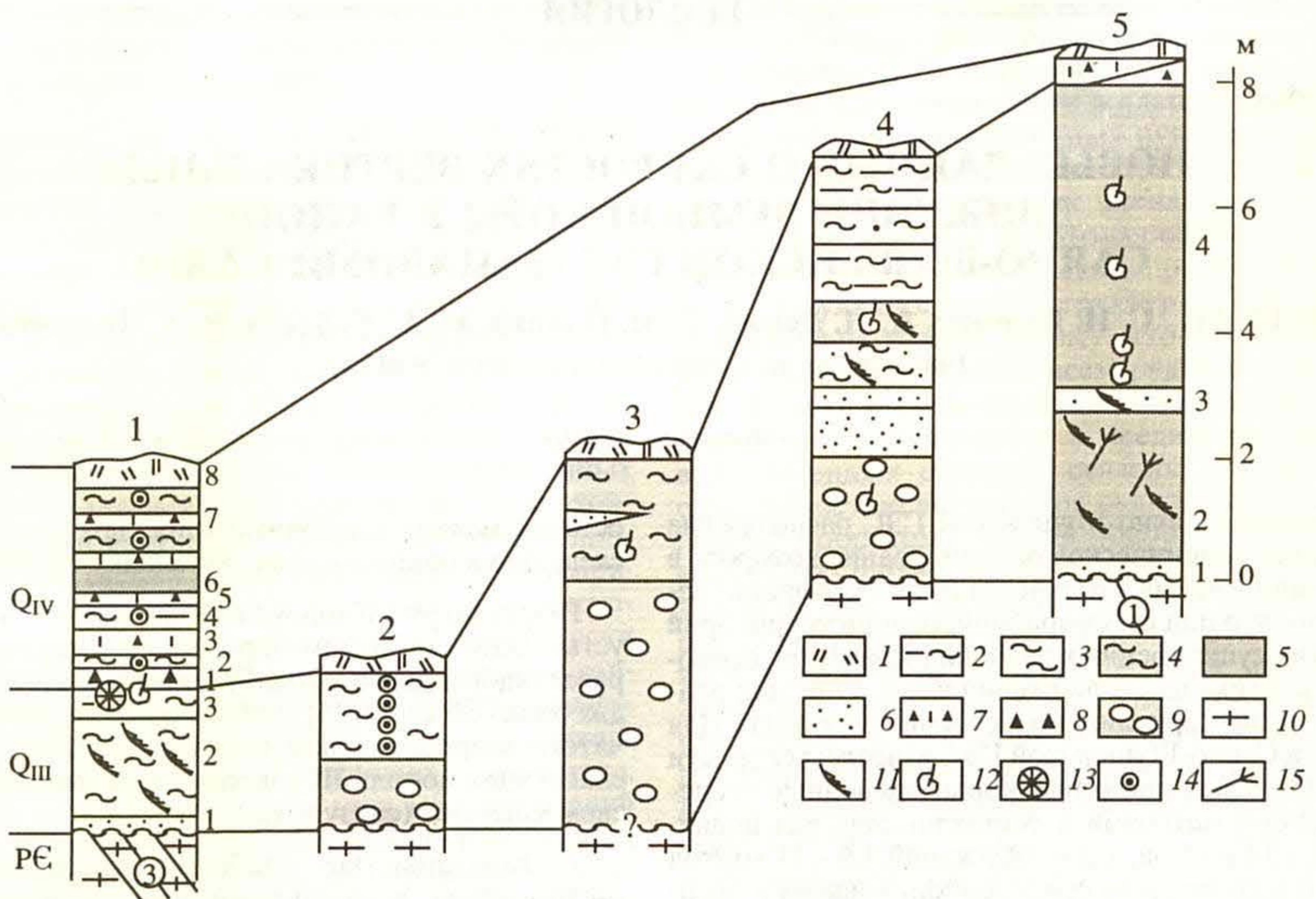


Рис. 2. Сопоставительные стратиграфические колонки позднеплейстоценовых и голоценовых отложений района Саяно-Шушенской ГЭС (Западный Саян). 1 – почва; 2 – суглинок обохренный; 3 – суглинок; 4 – супесь; 5 – песок тонко- и мелкозернистый; 6 – песчано-гравийные отложения; 7 – щебнисто-гравийные отложения мелко- и среднезернистые; 8 – грубообломочные щебнисто-дресвянистые отложения; 9 – галька, гравий, валуны изверженных и метаморфических пород с разнозернистыми песками; 10 – докембрийские метаморфические образования; 11 – косая слоистость; 12 – 15 – органические остатки: 12 – раковины моллюсков, 13 – кости грызунов, 14 – реликты пыльцы и спор, 15 – линзы углистого детрита.

3. Косослоистые слабо сцементированные суглинки, содержащие хорошей сохранности раковины моллюсков: *Succinea putris* (L.), *Vallonia tenuilabris* (Al. Br.), *Collumella collumella* (Martens), *Pupilla* ex gr. *sterrii* (Voith.), *P. sp.* (= *P. ex gr. muscogum?* L.), *Vertigo alpestris* (Ald.). Здесь же найдены кости посткраниального скелета, части нижней челюсти с неполным рядом зубов и фрагменты черепа *Microtus oesonomus* Pall. 0.4 м

Общая мощность 1.8 м.

Эта пачка косослоистых отложений перекрыта делювиально-пролювиальными отложениями мощностью около 3 м.

Другой разрез находится на правобережье р. Сизая в 1.5 км от ее устья. Здесь на коренных выходах тектонических сланцев (аз. пад. $165^\circ \angle 45^\circ$), сопровождающих Кандатский разлом, залегают отложения III террасы (рис. 2). В разрезе вскрываются (снизу вверх):

1. Светло-серые песчано-гравийные отложения 0.3 м

2. Светло-серые тонкозернистые слабо сцементированные пески и супеси лессовидного облика с линзами (до 3 см) обуглившегося детрита 2.5 м

3. Уплотненные слабо сцементированные светло-серые тонкозернистые пески со слабо выраженной волнистостью и косой слоистостью 0.1 м

4. Светло-серые тонкозернистые слабо сцементированные пески и супеси, содержащие в основании слоя редкие, мелкие неопределимые обломки костей грызунов, а также многочисленные раковины моллюсков: *Succinella* ex gr. *oblonga* Drap., *Vallonia tenuilabris* (Al. Br.), *Pupilla* ex gr. *sterrii* (Voith.) 5.1 м

Общая мощность 8 м.

Эти осадки также перекрыты делювиально-пролювиальными, мощностью около 0.6 м, светло-серыми мелкозернистыми отложениями, в основании которых залегают линзы (до 0.3 м) грубообломочных дресвяников, содержащих угловатые обломки серицит-хлоритовых сланцев. Размер этих обломков до 8 см, а основной массы – до 1 см.

Находки фауны в обоих случаях относятся к отложениям, залегающим под делювиально-пролювиальными осадками. Рассмотрим эти материалы.

В слое 3 разреза по ручью Карлова встречаются многочисленные остатки полевки-экономки (*Microtus oesonomus* Pall.). Это современный вид, ныне обитающий в лесной зоне от Западной

Европы до Аляски, проникающий в Сибирь и в тундру. Обитает в Саянах, Баргузинском и Яблоновом хребтах. Полевка-экономка – неперменный элемент всех плейстоценовых фаун ледниковых эпох и межледниковий Евразии. Наиболее древние находки – ранний плейстоцен. Найденная форма морфологически практически не отличается от современной, но по степени фоссилизации костных остатков и строению первого моляра M_1 (он сохраняет элементы архаичного морфотипа) эта полевка древнее голоценовых форм данного вида. Геологический возраст осадков, ее содержащих, – поздний плейстоцен.

Малакофауна из слоя 3 по ручью Карлова и слоя 4 по р. Сизая также представлена современными видами, в основном характерными и ныне для юга Сибири. Но присутствие в отложениях только холодостойких видов свидетельствует о климате более холодном, чем в настоящее время. Подтверждается это и обилием *Collumella collumella*. С учетом сказанного время формирования отложений по малакофауне может быть определено как одна из холодных эпох среднего или позднего плейстоцена.

В разрезах по ручью Карлова и р. Сизая малакофауна состоит в основном из одних и тех же видов (в первом случае число таксонов больше, но это может быть связано с разной полнотой сборов). Все виды моллюсков – наземные. Однако заметны и различия, обусловленные характером местообитания.

Как уже сказано, верхнюю часть отложений террас слагают делювиально-пролювиальные отложения. Наиболее полный их разрез вскрыт по ручью Карлова (снизу вверх):

1. Светло-серая дресва и мелкий щебень с прослоями и линзами (до 0.1 м) слабо сцементированного песка и суглинка 0.4 м

2. Серые и желтовато-серые суглинки с прослоями и линзами (до 0.1 м) песка и мелкого гравия с зернами пыльцы *Pinus silvestris* L., *Betula* sect. *Nanae*, *Gramineae*, *Artemisia* sp., *Compositae*, *Polypodiaceae* и гифами грибов 0.1 м

3. Светло-серые мелкозернистые щебнисто-дресвянистые отложения с прослоями (до 0.1 м) средне- и крупнозернистого щебнистого или дресвянистого материала 0.5 м

4. Серые или желтовато-серые обохренные суглинки с *Pinus silvestris* L., *Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr., *Abies* sp., *Larix* sp., *Picea* sp., *Betula* sect. *Nanae*, *Compositae*, *Leguminosae*, *Persycarya* sp., *Egicales*, *Artemisia* sp., *Chenopodiaceae* и спорами *Botrychium* sp., *Polypodiaceae*, *Sphagnum* sp., *Bryales*, а также спорами и гифами грибов 0.4 м

5. Серые мелкощебнисто-дресвянистые отложения 0.1 м;

6. Светло-серые делювиальные пески, супеси и мелкая дресва с единичными прослоями (до 0.1 м) светло-серой дресвы с примесью мелкого щебня 1.1 м

7. Делювий тонкой пылеватой супеси с зернами пыльцы *Pinus silvestris* L., *Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr., *Trifolium pratense* L., *Compositae*, *Polemoniaceae*, споры и гифы грибов 0.4 м

8. Современные почвы 0.3 м
Общая мощность 3.3 м.

Споры и пыльца указывают на голоценовый возраст всех слоев описанного разреза. Это следует, в частности, из присутствия большого числа пыльцевых зерен с протоплазменным содержанием. Таким образом, пролювиально-делювиальные отложения имеют голоценовый возраст.

Современная высота описываемых террас над уровнем р. Енисей в настоящее время составляет 25 - 30 м. Из них мощность голоценовых отложений около 5 м. Отсюда относительное воздымание террас за постплейстоценовый этап, т.е. около 10 000 лет, составило не более 25 м, а средняя скорость воздымания в регионе не превышает 2.5 мм/год. Но поскольку в разрезах даже III террасы осадки не обязательно относятся к финалу позднего плейстоцена, скорость воздымания блока была, вероятно, еще меньше.

Корреляция описанных разрезов с разрезами аналогичных отложений, изученными другими авторами в этом же регионе [7, 6] (см. рис. 2), позволяет считать полученные выводы о скоростях движений достаточно аргументированными для площади всего Джебашского блока, ограниченно Кандатским и Борусским разломами. Низкая скорость вертикальных движений коррелирует с очень слабой современной сейсмичностью [3]. Эти два важнейших фактора в сочетании с отсутствием широко проявленных признаков активизации разломов выделяют Джебашский блок как относительно стабильную структуру региона с невысоким сейсмическим потенциалом.

Авторы признательны С.Б. Кузьмину за помощь в отборе проб в обнажении руч. Карлова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.
2. Жалковский Н.Д., Мучная В.И. В кн.: Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск, 1975. С. 5 - 15.
3. Землетрясения в СССР в 1990 г. М.: Наука, 1992. 238 с.
4. Зеленков П.Я. В кн.: Сейсмология восточной части Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1978. С. 28 - 42.
5. Зоненшайн Л.П. Тектоника Западного Саяна. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 110 с.
6. Зудин А.Н., Москвин В.И. // Геология и геофизика. 1965. № 5. С. 111 - 119.
7. Зятькова Л.К. Новейшая тектоника Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1973. 174 с.
8. Крестников В.Н., Рейснер Г.Н. // Сов. геология. 1966. № 6. С. 48 - 62.
9. Митропольский А.С., Анищенко А.М. // Геология и геофизика. 1964. № 12. С. 112 - 116.
10. Чернов Г.А. В кн.: Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск, 1975. С. 57 - 73.