

МОРФОСТРУКТУРНЫЙ ПЛАН И ТЕКТНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ЧЕТВЕРТИЧНОМ И СОВРЕМЕННОМ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ¹

Положение Ставропольской возвышенности в современном морфоструктурном плане Предкавказья. На территории Центрального Предкавказья к северу от максимально поднятого водораздела Большого Кавказа располагается Ставропольская возвышенность. Абсолютные высоты в ее пределах с юга на север плавно уменьшаются от 600–800 до 100–200 м. В сторону долин Кубани и Кумы ее поверхность более резко снижается до 50–150 м. На крайнем севере Ставропольская возвышенность ограничена Манычским долинообразным понижением, простирающимся в кавказском (ЗСЗ) направлении. Его ширина достигает 50 км при общей длине около 400 км. Гипсометрические отметки днища Манычского понижения не превышают 100 м. К югу от возвышенности в районе Минераловодской седловины отметки рельефа также понижены, составляя 400–500 м.

Ставропольская возвышенность разделена субмеридиональной долиной р. Калаус на две примерно равные части. Наиболее приподнята из них западная, где высоты рельефа на юге, в районе горы Стрижамент, достигают 831 м, а на остальной территории варьируют от 250 до 600 м. Восточная часть возвышенности на большей территории имеет абсолютные отметки от 200 до 500 м и лишь в узкой субмеридиональной полосе вдоль правого (восточного) борта долины Калауса они достигают 650 м. На восточной окраине возвышенности повсеместно развиты ЗСЗ ориентированные линейные формы рельефа (ложбины, увалы и др.). Они характеризуются округлыми очертаниями, придающими земной поверхности уникальный "гофрированный" облик (рис. 1).

В структурном отношении Ставропольская возвышенность отвечает приподнятой части предкавказского сегмента Скифской плиты, называемой Ставропольским сводом [1]. Последнему свойственно высокое гипсометрическое положение фундамента (–1500 – –2500 м) и мезозой-кайнозойских горных пород. Фундамент свода представлен темносланцевым комплексом отложений девона-нижнего карбона, разбитым сложной системой продольных и поперечных разрывных нарушений. Подвижки по ним оказали существенное влияние на строение осадочного чехла, разрез которого в пределах центральной части свода начинается нижним мелом и заканчивается отложениями верхнего миоцена. На его крыльях разрез венчается осадками среднего миоцена-плейстоцена.

В новейшем структурном плане региона Ставропольский свод, морфологически представляющий собой пологую положительную структуру, располагается между Азово-Кубанской и Терско-Кумской неотектоническими впадинами. По фундаменту и в мезозойском комплексе он ограничен прогибами, осложненными флексурно-разрывными зонами. Северный из них, известный под названием Манычского прогиба, активно развивается с поздней перми-триаса. На новейшем этапе вдоль него образовалась система узких приразломных грабенов. Судя по интенсивному молодому заболачиванию, отдельные участки грабенообразного прогиба испытывают дифференцированные опускания и в голоцене. Некоторые исследователи рассматривают Манычский прогиб и систему ограничивающих его разломов в качестве элементов Сарматско-Туранского линейamenta, отделяющего Предкавказье от Донецко-Каспийской зоны Скифской плиты [2]. С юга Ставропольский свод контролируется системой Предкавказских передовых прогибов, осложненных нарушениями взбросо-надвигового типа. В современной структуре Центрального Предкавказья активно развиваются Восточно-Кубанский и Черноморский прогибы, разделенные Минераловодским выступом фундамента [2].

Восточно-Кубанский прогиб, характеризующийся асимметричным строением, представляет собой отрицательную структуру, широко открывающуюся к ЗСЗ. Наиболее активно он развивался в олигоцене, являясь частью Индоло-Кубанского передового прогиба. С конца миоцена прогиб активно втягивается в общее воздымание Большого Кавказа и Ставропольского свода. При этом он отстает от них в подъеме, оставаясь областью относительного прогибания. Его восточное замыкание происходит в районе Минераловодского

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 96-05-65212).

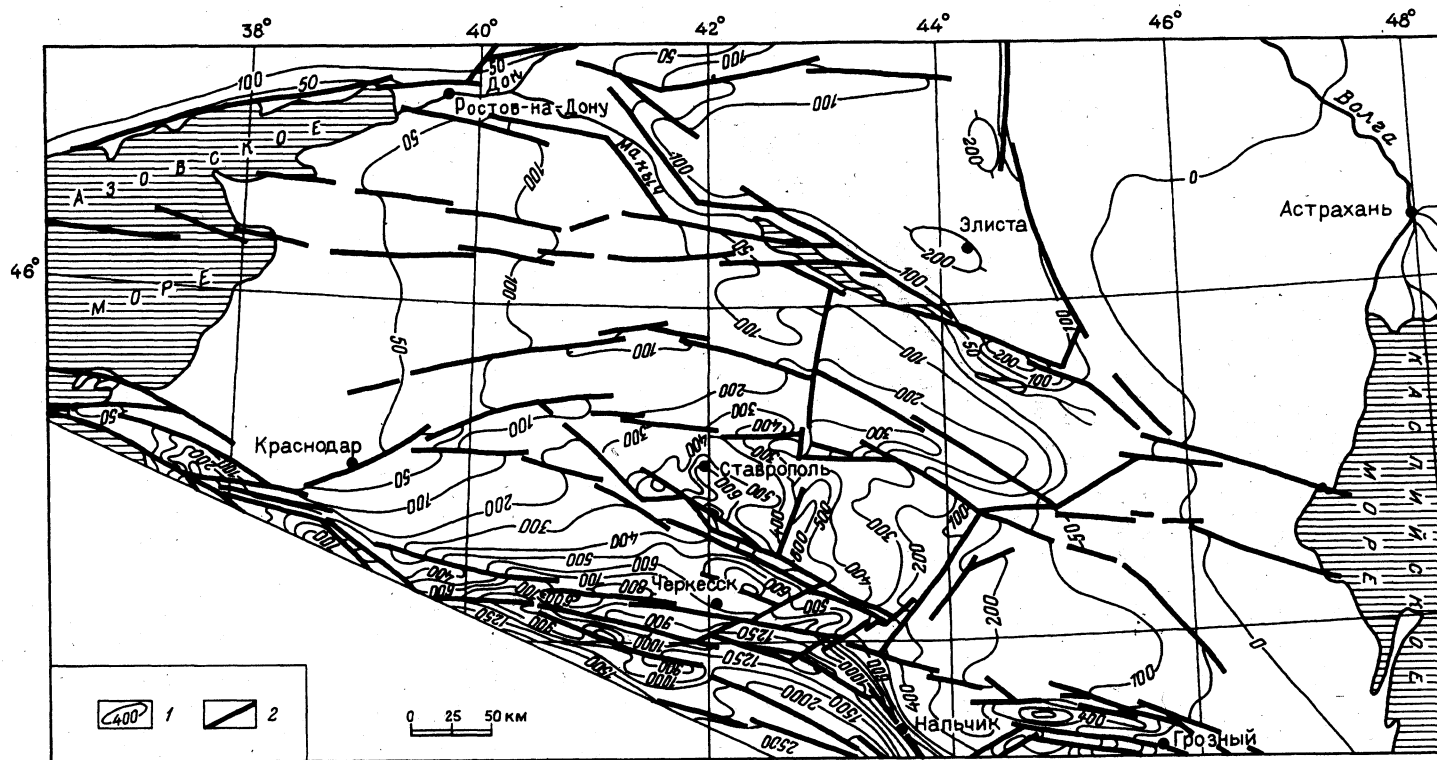


Рис. 1 Схема современного морфоструктурного плана Предкавказья

1 – изолинии "идеального" рельефа, м; 2 – глубинные и крупные региональные разломы, выраженные в современном рельефе

выступа фундамента, представляющего собой перемычку между передовыми прогибами [1, 2]. К ВЮВ от этой перемычки в современной структуре региона выражен Терско-Каспийский передовой прогиб, располагающийся в южной части Терско-Кумской впадины. Его крайняя западная часть называется Чернолесским прогибом.

Структурный план платформенного чехла Ставропольского свода и сопредельных областей прогибания определяется региональными разломами кавказского простиранья. В пределах рассматриваемой территории наиболее крупными являются Северо-Манычский, Южно-Манычский, Армавиرو-Нагутский и Черкесский дизъюнктивные образования. Среди них в рельефе региона хорошо выражен Армавиرو-Нагутский разлом, трассируемый вдоль южного склона Южно-Ставропольского приразломного вала, осложняющего южную часть свода. Система продольных разломов осложнена поперечными разрывными нарушениями, степень активности которых возрастает по мере приближения к центральной части Ставропольского свода (рис. 1).

К югу от Ставропольского свода располагается северное крыло центральной части Большого Кавказа. В его пределах мезозой-кайнозойские отложения монотонно наклонены под углами от 4 до 10° в ССВ и С направлениях. В литературе эта территория известна как Северо-Кавказская (Лабино-Малкинская) моноклираль, или как Эльбрусско-Минераловодская область Северного Кавказа [3]. В структурном отношении она размещается в пределах Северо-Кавказского краевого массива, являющегося относительно поднятым блоком Скифской плиты.

Методика изучения четвертичных вертикальных тектонических движений Ставропольского свода и сопредельной территории включала в себя широкий комплекс геолого-геоморфологических приемов, применяемых как в камеральных, так и в экспедиционных условиях. Камеральные работы были направлены на детальный анализ неотектонических и геофизических данных, собранных в предшествующие годы. По четвертичной тектонике и геоморфологии Центрального Предкавказья наиболее полные сведения почерпнуты из публикаций С.К. Горелова [4], Г.И. Рейснера и Б.М. Богачкина [5].

Нами полевые неотектонические исследования в рассматриваемом регионе проводились в 1992–1996 гг. Они охватывали центральные части Предкавказья и Северного Кавказа [6], для которых были установлены основные закономерности их развития на неотектоническом этапе геологической истории. Успешному проведению полевых исследований способствовал целенаправленный анализ топографических карт, космических и аэрофотоснимков территории, позволивший построить схемы современного морфоструктурного плана Предкавказья (рис. 1) и Ставропольского свода. При этом за основу были приняты известные представления И.П. Герасимова и Ю.А. Мещерякова о том, что большинство горных хребтов и других положительных форм поверхности Земли относятся к морфоструктурным элементам. Под морфоструктурой понималась крупная форма рельефа, возникающая в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов при ведущей роли тектонических движений земной коры [7, 8].

Для выделения современных морфоструктур использовался геолого-геоморфологический анализ, главная задача которого состояла в изучении новейшей истории и эволюции структурных элементов земной коры на основе данных о рельефе и строении неоген-четвертичных отложений. По топографическим картам масштабов 1:2500000 и 1:500000 были выполнены схемы современных морфоструктурных планов Предкавказья (рис. 1) и Ставропольского свода. На отдельные участки свода, характеризующиеся сложным геологическим строением, построены карты м-ба 1:100000 и 1:200000. На начальной стадии исследований было составлено несколько вариантов схем рельефа, в становлении форм которого основную роль играли тектонические процессы. Постепенное исключение экзогенных геоморфологических образований позволило с той или иной степенью достоверности выделить крупные морфоструктурные элементы, развитие которых было обусловлено, в основном, проявлением новейших тектонических движений. Их графическое изображение на схемах осуществлялось путем рисовки морфоизогипс, представляющих собой обобщенные горизонталы топографических карт соответствующего масштаба. Основным содержанием схем морфоструктурного плана является рисунок "идеального" рельефа, который был бы присущ земной поверхности Предкавказья и Ставропольского свода после проявления новейших тектонических движений, но при отсутствии эрозионно-денудационных и седиментационных процессов. Наряду с морфоизогипсами на схемах отображены крупные разрывные нарушения, выраженные на топографических картах.

В процессе полевых исследований схемы современных морфоструктурных планов уточнялись и дорабатывались. Особенно тщательно с помощью геолого-геоморфоло-

гических методов проверялись местоположение и активность разломов. Основными критериями при установлении и изучении разрывных нарушений являлись:

1. Линейная вытянутость в современном рельефе уступов и их систем, а также разнообразных деформаций поверхностей выравнивания, террасовых уровней, неоген-четвертичных отложений и других геоморфологических и стратиграфических уровней.

2. Спряmlенность речных долин и их участков, развитие систем коленообразных изгибов русел рек, прямолинейность других аккумулятивных и эрозионных образований.

3. Приуроченность к линейно ориентированным зонам истоков рек, родников, минеральных источников, необычных или обильных почвенных и растительных разновидностей или других гидрогеологических и ботанических аномалий.

4. Концентрация в линейные зоны гравитационных образований и других палеодислокаций рельефа разного генезиса.

Для установления основных закономерностей неотектонического развития Ставропольского свода и сопредельной территории нами построены количественные схемы тектонических движений региона за неоген-четвертичное и четвертичное время. Они составлены в изолиниях и отображают итог деформаций земной поверхности под воздействием вертикальной составляющей тектонических движений за соответствующие интервалы геологического времени. Наиболее сложной операцией при построении таких схем является количественная оценка тектонических движений. Она основывается, как известно, на анализе первоначальных, последующих и современных гипсометрических положений опорных стратиграфических и геоморфологических уровней. При составлении схем новейших движений Большого Кавказа и Предкавказья за опорный геоморфологический уровень в большинстве ранее опубликованных работ принималась поверхность денудационного рельефа позднемiocенового возраста. Так, одну из карт неотектонических деформаций Кавказского региона и Предкавказья за это время еще в 1968 г. представил Е.Е. Милановский [2]. Для Центрального Предкавказья на основе таких же принципов составлены схемы и карты тектонических движений Г.А. Масляевым, И.Н. Сафроновым, Н.А. Сягаевым, А.А. Чистяковым и А.Ф. Якушевой. В последние годы исследования в этом направлении активно проводятся сотрудниками НПО "Севкавгеология". Необходимо подчеркнуть, что большинство этих карт и схем с помощью изобаз показывают результат неотектонических деформаций территории, начиная лишь с позднего сармата по современность включительно. Нами для Центрального Предкавказья составлена схема неотектонических вертикальных движений, при количественной оценке которых за опорный уровень взята поверхность майкопской толщи олигоцен-раннемiocенового возраста. В данной работе анализ этой схемы нами не проводится, но закономерности, установленные на основе ее анализа, учитываются.

Согласно представлениям Л.А. Варданянца [9] основную роль в формировании рельефа Кавказа и Предкавказья сыграли четвертичные воздымания, которые активно проявились после эпохи выравнивания в конце позднего плиоцена-начале плейстоцена. Примерно такие же взгляды высказывал В.Е. Хаин, по мнению которого в конце апшерона (конец позднего плиоцена) в этом регионе произошло резкое усиление восходящих тектонических движений [10]. Результаты анализа закономерностей эрозионной деятельности и особенностей современного рельефа региона позволили нам согласиться с представлениями Л.А. Варданянца и В.Е. Хаина. Поэтому количественная оценка четвертичных вертикальных тектонических движений Центрального Предкавказья была произведена нами на основе анализа деформаций кровли апшеронских отложений. Ее первоначальное гипсометрическое положение было, по-видимому, близким к уровню мелководного моря. Согласно литературным данным поверхность центральной части Ставропольского свода в конце плиоцена несколько возвышалась над уровнем апшеронского бассейна, подвергаясь слабому воздыманию. По предположению Е.Е. Милановского высота этой суши, по-видимому, не превышала 200–300 м [2]. Современное гипсометрическое положение кровли отложений в местах выхода ее на дневную поверхность устанавливалось по геологическим и топографическим картам. В пределах закрытой равнинной территории оно было оценено на основе анализа данных буровых работ. Использовались также палеогеографические карты Центрального Предкавказья и данные о мощностях четвертичных отложений. Так, по восточной части Ставропольского свода и сопредельной территории наиболее полные сведения содержатся в работе А.Ф. Якушевой, Н.А. Сягаева и А.А. Чистякова [11].

В пределах крайней северной части Северо-Кавказской моноклинали в конце плиоцена обширные площади были заняты слабонаклонными аллювиальными подгорными равнинами [12]. Их останцы хорошо сохранились в современном рельефе на абсолютных высотах 600–

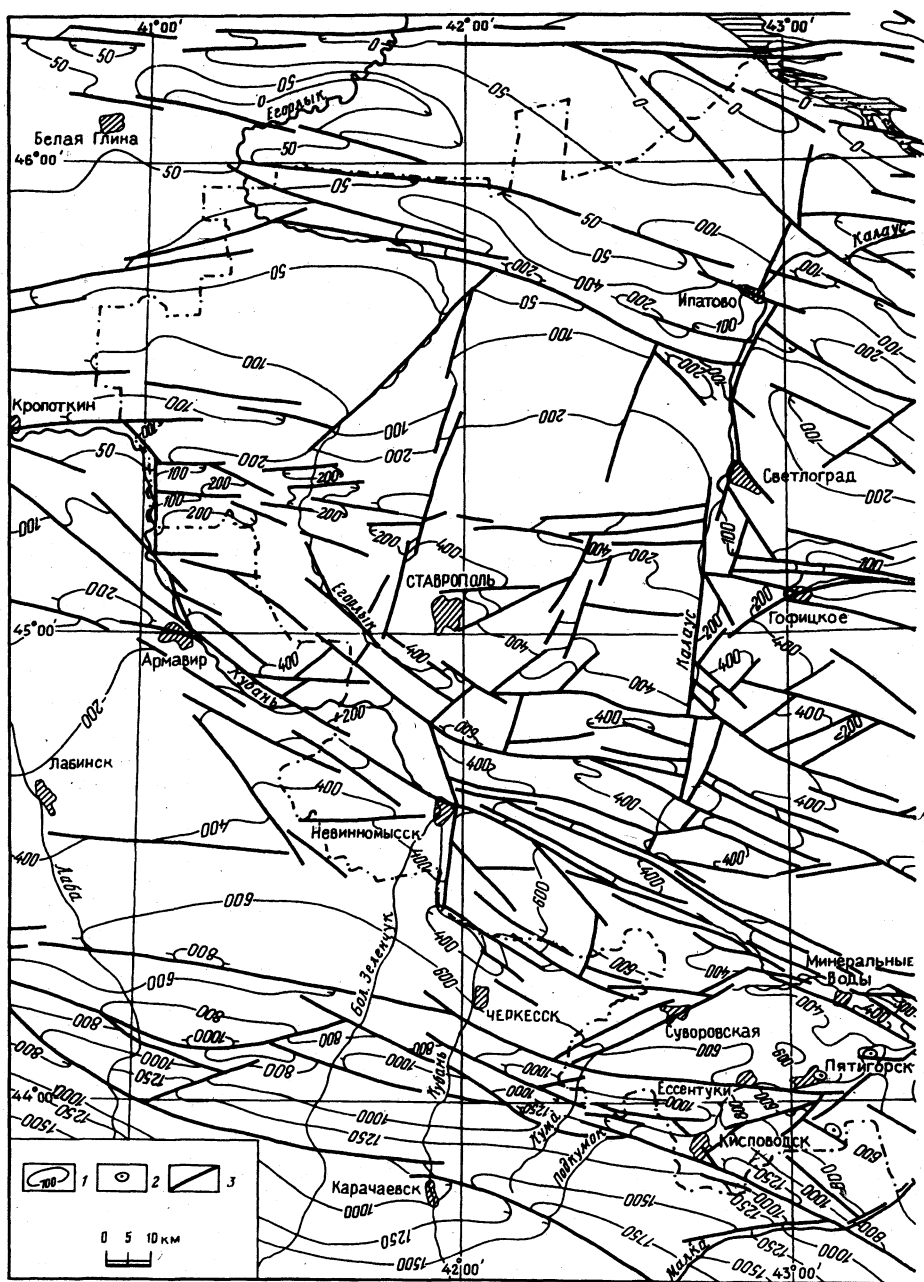
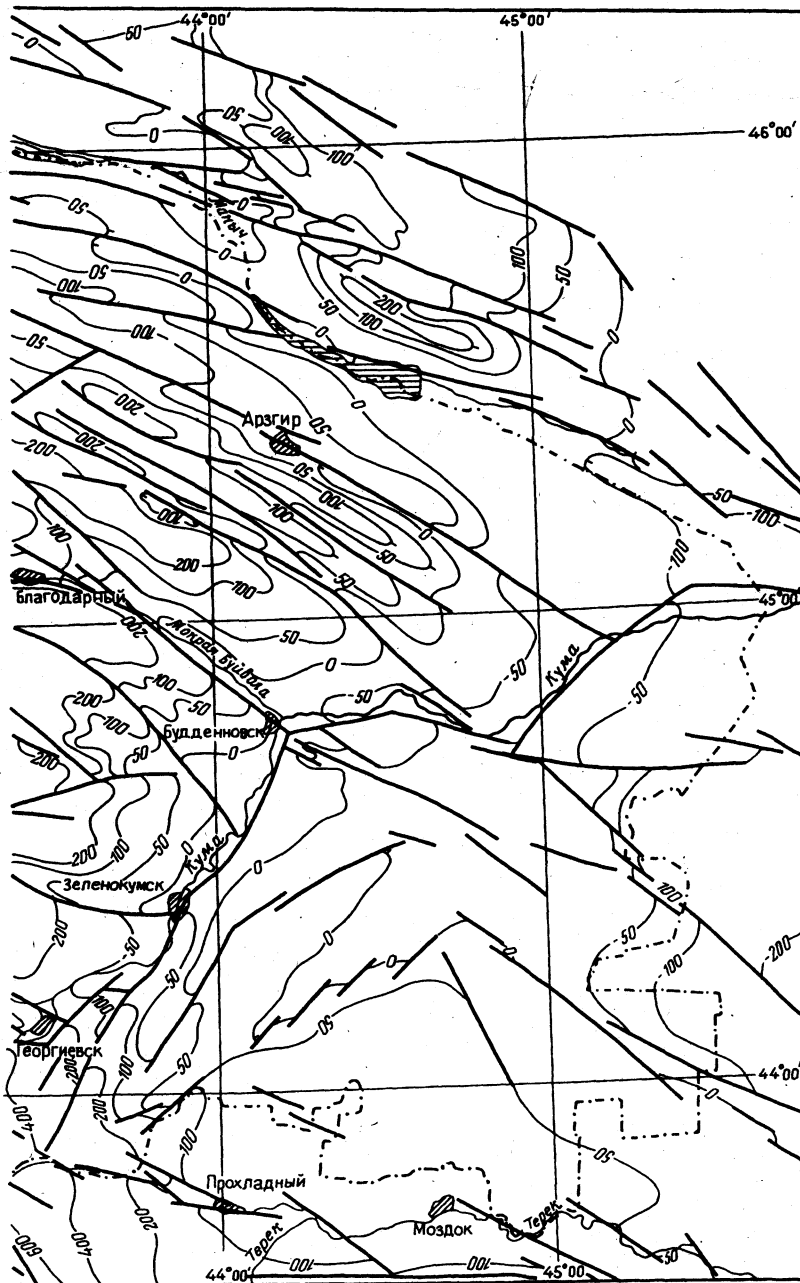


Рис. 2. Карта четвертичных вертикальных тектонических движений Ставропольской возвышенности и сопредельной территории

1000 м к западу от г. Баксана и верховьев долины Кубани, а также к юго-востоку от г. Ессентуки. На основе палеогеографических данных предполагается, что первоначально высоты подгорной равнины в этом районе, как и в центральной части Ставропольского свода, не превышали 300 м. Территория, лежащая южнее, представляла собой область сноса, которая подвергалась слабому эрозионному расчленению. Врез долин плиоценового возраста перед началом четвертичного времени составлял здесь первые сотни метров [5].

Значения амплитуд четвертичных движений, установленные нами для Центрального



1 – изолинии амплитуд четвертичных вертикальных тектонических движений, м; 2 – лакколиты; 3 – глубинные и крупные региональные разломы, активные на четвертичном этапе развития

Предкавказья, сопоставлялись с данными, полученными Л.А. Варданянцем [9], Г.А. Масляевым [13], С.К. Гореловым [4], Г.И. Рейснером и Б.М. Богачкиным [5]. Окончательные результаты количественной оценки их вертикальной составляющей были отображены в виде карты изолиний амплитуд, рисунок которых показал суммарный итог тектонической деформации земной поверхности Ставропольского свода и сопредельной территории за интервал времени с конца плицена по голоцен включительно (рис. 2). На карте наряду с изолиниями представлены также наиболее крупные разрывные нарушения, которые, по

нашему предположению, проявлялись в плейстоцене и голоцене. Их активность, как уже отмечалось, устанавливалась на основе структурной интерпретации содержания топографических карт, космических и аэрофотоснимков [4, 14, 15 и др.], а также при полевом изучении деформаций поверхностей выравнивания и террасовых уровней четвертичного возраста. Для этого проводилось картирование поверхностей выравнивания и других геоморфологических уровней, имеющих площадное распространение. Особое внимание уделялось обследованию речных долин и выявлению закономерностей их строения, что позволило нам по некоторым крупным долинам Центрального Предкавказья и сопредельной территории составить продольные профили речных террас. Детальный анализ этих профилей, а также данных, полученных по долинам центральной части Северного Кавказа Г.И. Рейснером и Б.М. Богачкиным [5], дал нам возможность протрассировать активные разрывные нарушения на значительные расстояния и отобразить их на соответствующей схеме.

Четвертичные вертикальные тектонические движения. С конца апшеронского времени Центральное Предкавказье, за исключением его крайних северных и юго-восточных районов, претерпевало восходящие тектонические движения [9, 10]. В четвертичном структурном плане региона основная роль принадлежала Ставропольскому своду, активно формирующемуся в виде положительной морфоструктуры (рис. 2). Площадь проявления восходящих движений в его пределах по сравнению с плиоценовым временем существенно увеличилась. Это произошло в основном за счет северных и восточных районов, которые в неогене активно прогибались. Амплитуды четвертичных вертикальных тектонических движений варьируют от 50–100 м на севере и юго-востоке свода до 500–600 м в районе горы Стрижамент в его центральной части. Размах вертикальных движений составил 500–700 м. Несколько возросла по сравнению с плиоценом и роль разломов, обусловивших дальнейшее расчленение свода на систему блоков. Наиболее активно развивалась Калауская зона субмеридиональных разрывных нарушений, с которой было связано проявление приразломного относительного прогибания. Амплитуды восходящих движений в ее северной части, по нашему предположению, составили 100–150 м, в южной – 300–400 м. От сопредельной территории депрессионная зона отстала в воздымании за четвертичный период на 100–200 м.

Восточный блок Ставропольского свода в неогене по отношению к западному был относительно опущен. За четвертичное время он претерпел воздымание на 50–550 м, причем амплитуды движений в его пределах с юга на север плавно уменьшаются от 500–550 до 50–100 м. На фоне преобладающего развития восходящих движений весьма активно проявились разрывные нарушения господствующего кавказского простиранья. В большинстве случаев относительно поднятыми у них являются северные крылья, опережающие в воздымании южные на 50–100 м. Активное развитие разломов кавказского простиранья и связанное с ними формирование пологих приразломных прогибов обусловили возникновение своеобразного "гофрированного" облика поверхности восточной части Ставропольского свода. Узкие асимметричные прогибы с крутыми северными крыльями на севере свода и южными – в южной части являются характернейшими четвертичными структурными образованиями этой территории. На юге блока наряду с разломами кавказского простиранья активно проявились разрывные нарушения СВ направления, характеризующиеся значительно меньшей протяженностью. Сочетание их с разломами кавказского простиранья обусловило расчленение территории на систему мелких блоков, претерпевающих разнонаправленные вертикальные перемещения. На крайнем юго-востоке восточного блока в районе Восточно-Ставропольской разрывной зоны значения амплитуд четвертичных движений резко уменьшены от 200 до 50 м. В плейстоцене вдоль этой разрывной зоны активно развивался асимметричный приразломный прогиб, характеризующийся сложной геометрией своих очертаний в плане. Его юго-восточное крыло является более крутым и коротким. На юго-западном окончании прогиба между гг. Георгиевском и Зеленокумском проявлялось относительное опускание с амплитудами восходящих движений от 100 до 0 м. На остальной части прогиба преобладающее распространение имели нисходящие тектонические движения, значения амплитуд которых в СВ направлении возрастали до –50 и более метров.

Западный блок Ставропольского свода на протяжении четвертичного периода практически на всей территории подвергался воздействию восходящих движений. Значения их амплитуд суммарно за весь интервал времени составили 100–600 м. По сравнению с восточным блоком активность четвертичных движений в северном направлении здесь понижалась более резко. Преобладающее развитие в пределах западного блока имеют

разломы кавказского простираия, у которых практически на всей территории относительно поднятыми являются северные крылья. Активно проявились Бешпагирская и Сengiеевская поперечные разрывные зоны ССВ простираия. Амплитуды относительных вертикальных перемещений по разломам составляют 50–200 м.

Ставропольский свод характеризуется преобладающим развитием разломов субширотного и ЗСЗ простираий. Среди них наиболее активной и протяженной является дугообразная Срединно-Предкавказская разрывная зона, разделяющая свод на северную и южную части. Южная часть свода в четвертичное время развивалась более активно, испытывала поднятия на 400–550 м. Тектонические движения проявились здесь дифференцированно, обусловив формирование сложной системы мелких субширотных блоков. Северная часть свода претерпела восходящие движения с амплитудами до 300 м.

Крайняя северная часть северного крыла Ставропольского свода ступенчато опускается к северу в сторону Манычского прогиба, центральная часть которого вдоль осевой линии в плейстоцене претерпевала абсолютное прогибание с амплитудами нисходящих движений не менее –50 – –70 м. С севера прогиб ограничен крутым крылом Южно-Ергенинского поднятия, осложненным разрывными нарушениями ЗСЗ простираия. Их формирование обусловлено активным развитием в четвертичное время Северо-Манычского глубинного разлома, простирающегося в ЗСЗ направлении от Каспийского до Азовского моря. Амплитуды относительных перемещений крыльев разрывных нарушений не превышают здесь 50–100 м.

К юго-востоку от Ставропольского свода располагается Чернолесский прогиб, являющийся западным окончанием Терско-Каспийского передового прогиба. Его западная часть в четвертичное время претерпевала слабые восходящие движения, суммарный результат которых не превысил 50 м. Своей крайней западной частью Чернолесский прогиб затягивается на северо-запад в пространство между Ставропольским сводом и Северо-Кавказской моноклиной, где сливается с восточной частью Восточно-Кубанского прогиба. В четвертичном периоде зона сочленения этих структурных образований была вовлечена в область проявления восходящих движений. Наиболее активно воздымание проявилось в пределах Беломечетского блока, который был поднят более чем на 500 м. Отметим, что в миоцене в его пределах происходило интенсивное опускание.

К северу от Беломечетского блока вдоль юго-западного крыла Ставропольского свода развивалась Армави́ро-Гео́ргиевская область относительного прогибания, простирающаяся в кавказском направлении. От обрамляющих ее территорий за четвертичное время она отстала в поднятии примерно на 100–200 м. К северо-западу от г. Невинномыска Армави́ро-Гео́ргиевская область резко расширяется, приобретая асимметричный профиль с крутым северным и пологим южным бортами. Амплитуды восходящих тектонических движений в этом направлении постепенно уменьшаются от 400 до 200 м. Наиболее слабо воздымание проявилось по левому берегу р. Кубани к югу от г. Кропоткина, где оно составило лишь 50–100 м. Зарождение и формирование Армави́ро-Гео́ргиевской области относительного прогибания, по-видимому, обусловлено проявлением приразломных процессов, развивающихся вдоль зоны Армави́ро-Нагу́тского разлома. Резко дифференцированные относительные вертикальные перемещения блоков по разрывным нарушениям этой зоны обусловило формирование вдоль ее простираия системы валообразных поднятий и узких прогибов.

Северо-Кавказская моноклиналь на четвертичном этапе развития, как и в плейстоцене, продолжала активно подвергаться воздействию восходящих тектонических движений. Ее площадь значительно увеличилась в северном направлении, захватив в свои пределы южные участки предкавказских передовых прогибов и Минераловодской седловины. Суммарные амплитуды четвертичных воздыманий с севера на юг увеличиваются от 600–700 до 1500–1750 м. Весьма активно развивались разрывные нарушения кавказского простираия с относительно поднятыми северными крыльями. Амплитуды вертикальных перемещений по ним достигли в отдельных местах 200–300 м.

Детальное геолого-геоморфологическое обследование Ставропольского свода позволяет нам предположить, что на голоценовом этапе развития восходящие движения проявляются практически на всей его территории. При этом, согласно результатам анализа высот террас по нашим замерам и взятым из работ Н.И. Бондаренко, С.К. Горелова, Г.И. Горещкого, А.В. Кожевникова, Г.И. Рейснера, Б.М. Богачкина и И.Н. Сафронова во второй половине голоцена произошло усиление темпов воздыманий. Обращает на себя внимание практически повсеместный резкий врез рек в широкие поверхности террас первой половины голоцена. Так, по долине р. Калаус он проявляется практически на всем ее протяжении, варьируя от 4–5 м – в районе устья реки до 7 м – в окрестностях горы Брык. Четко фик-

сируется он и по долинам рек восточной части Ставропольского свода, таких как Мокрый Карамык, Томузловка, Мокрая Буйвола, Айгурка и Рагули. В районе с. Калиновское врез безымянной речки превышает 10–15 м. Хорошо проявляется позднеголоценовый врез по долине низовьев Кумы, составляя в районах г. Буденновска и с. Левокумское 5–6 м. В западной части Ставропольского свода весьма резкий голоценовый врез характерен для р. Егорлык и ее правых притоков – рр. Большая и Малая Кугульта. Наблюдается усиление эрозийной деятельности временных водотоков, особенно в пределах Янкульской котловины. Здесь практически все склоны речных долин изрезаны узкими и глубокими оврагами, вызывающими проявление активных оползневых явлений. По-видимому, усилением эрозийной деятельности объясняется развитие гравитационных процессов и по многим другим долинам Ставропольской возвышенности, особенно по правому борту верховьев долины Калауса.

Восходящие движения весьма интенсивно проявляются в голоцене и к югу от Ставропольского свода на территории зоны его сочленения с Северо-Кавказской моноклиналью. Однако их активность по сравнению со Ставропольским сводом здесь, по-видимому, ниже. На основе анализа высот четвертичных террас по долинам рр. Малки, Подкумка, Кумы и Кубани можно предполагать, что ниже активность голоценовых восходящих движений и на северном склоне Большого Кавказа.

Современные вертикальные движения. Тектоническая активность геологических структур на современном этапе развития наиболее надежно выявляется геодезическими методами. Вертикальная составляющая тектонических движений до настоящего времени в большинстве случаев определяется методом повторного нивелирования. Общие закономерности и особенности медленных современных движений устанавливаются по соответствующим картам, созданным на основе анализа данных повторного нивелирования. В ранних исследованиях они традиционно назывались картами современных вертикальных движений земной коры (СВДЗК). В дальнейшем их стали называть картами современных вертикальных движений земной поверхности (СВДЗП), что, с нашей точки зрения, более правильно отражает суть явления. При создании таких карт используются урavnенные значения скоростей движений, при этом невязки в замкнутых полигонах разбрасываются между всеми реперами полигона. Последние суммируются из ошибок нивелирования, накапливающихся смещений за период замыкания полигона (нивелирования по кольцу) и многих других причин.

Общие сведения о характере проявления современных вертикальных движений Предкавказья в настоящее время можно получить по картам СВДЗК Восточной Европы 1963, 1973 и 1986 гг. издания, весьма существенно отличающихся друг от друга [16]. При создании карты современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы 1973 г. были использованы данные повторного нивелирования с начала века и до 60-х годов. Большая часть Центрального Предкавказья согласно этой карты лежит в области слабых поднятий со скоростями до 2 мм/год. Область значительных поднятий расположена к ЮВ от Ростова-на-Дону с V до 4,9 мм/год. К востоку от г. Ставрополя в меридиональном направлении вытянуто поднятие с максимальными величинами скорости движений до 5,6 мм/год [17, 18]. Совместный анализ результатов неотектонических исследований и данных повторного нивелирования до 60-х годов показал unsusлованный характер проявления новейших и современных движений земной поверхности как всего Ставропольского свода в целом, так и отдельных его структур, а также усиление современной тектонической активности с севера на юг. В период 60–80-х годов ГУГК были заложены дополнительные линии нивелирования и выполнены новые измерения. При составлении карты СВДЗК Восточной Европы 1986 г. было частично выполнено уравнивание по новым полигонам, что позволило использовать новые данные [19]. Однако исходные данные по уровню моря привлекались те же, что и для карты СВДЗК 1973 г. Ставропольский свод на карте 1986 г. почти полностью лежит в области поднятия (V = до + 8 мм/год), ориентированного с СЗ на ЮВ. Наибольшие скорости вертикальных движений приурочены к району г. Ставрополя. Область значительных опусканий (V = до –5,6 мм/год) наблюдается к СЗ от Ставрополя между гг. Тихорецком и Армавиrom (станция Кавказская) и незначительных – на СВ рассматриваемой территории [19].

В предлагаемой нами работе анализ современной тектонической активности Ставропольского свода и сопредельной территории геодезическими методами опирается на данные повторных измерений по значительно более густой сети государственного нивелирования, чем ранее. По нивелирной сети, общая длина которой достигает 2500 км, в интервале 1910–

1990 гг. проведено 2-4 повторных измерения. Для изучения СВДЗП использовалось высокоточное нивелирование I и II классов. Точность работ характеризуется величиной средней квадратической случайной ошибки на η на 1 км хода. Для разных циклов измерений для нивелирования I класса она оценивалась величинами 0,6–0,7 мм/км, для нивелирования II класса – 0,8–1,8 мм/км. В пределах Центрального Предкавказья вся нивелирная сеть объединена в четыре замкнутых полигона:

1. Армавир-Тихорецк-Ея-Дивное-Светлоград-Армавир.
2. Светлоград-Дивное-Прикумск-Буденновск-Светлоград.
3. Армавир-Светлоград-Буденновск-Георгиевск-Армавир.
4. Зеленчук-Минводы-Карачаевск-Зеленчук.

По этим полигонам сеть была уравнена по скоростям в отдельных секциях по двум этапам. В первый этап она уравнивалась по реперам, участвующим в 3–4-х повторных измерениях и сохранившимся с первого и до последнего измерений. Следует подчеркнуть, что между нивелированиями часть старых реперов была уничтожена и закладывались новые знаки. При этом, в последние десятилетия густота реперов значительно увеличилась. После уравнивания полигона № 1 реперы, общие для полигонов №№ 1 и 2 (линия Светлоград-Дивное), считались опорными. При уравнивании полигона № 3 опорными были реперы, общие с полигоном № 1 (линия Светлоград-Армавир) и № 2 (линия Светлоград-Буденновск). При уравнивании полигона № 4 опорными были реперы, общие с полигоном № 3 (линия Зеленчук-Минводы). Выполнено также сравнение невязок скоростей движений по измерениям, использованным ГУГК при создании последней карты СВДЗК, и средним, вычисленным в данной работе. Последние оказались значительно меньше (полигон № 1 – + 6,0 и + 0,3 мм/год; полигон № 2 – –0,3 и –0,2 мм/год; полигон № 3 – –7,1 и –3,0 мм/год).

Величины скорости на картах СВДЗП характеризуют либо абсолютные, либо относительные движения земной поверхности. В первом случае нивелирная сеть опирается на пункт, где скорость движений определена по многолетним рядам уровневых данных. Во втором случае за исходный в сети нивелирования выбирается наиболее стабильный в регионе репер и его отметка принимается за нуль. В нашей работе сделана карта относительных вертикальных движений земной поверхности Ставропольского свода и сопредельной территории. В связи с тем, что относительно спокойной для исследуемого региона является его СЗ и С части, за исходный ($V = 0$) принят фундаментальный репер 81 в пос. Киевка. Ближайшим уречным постом для нивелирной сети является Ейск. Величина скорости движений на нем, определенная по уровневых данным за период 1915–1985 гг., оказалась равной –1,3 мм/год. Величина абсолютной скорости движений фундаментального репера 81, вычисленная через систему полигонов от поста Ейск, равна – 4 мм/год. Таким образом, чтобы получить на карте современных движений значения абсолютных скоростей, к величинам относительных скоростей движений надо прибавить –4 мм/год.

Известно, что при создании карт СВДЗП резкие скачки от закономерного хода изменения скоростей движений, как правило, исключаются. Однако участки контрастных современных движений довольно часто фиксируют местоположения активных разрывных нарушений [20]. Поэтому мы провели детальный анализ изменений величин скоростей СВДЗП вдоль всех нивелирных профилей по измеренным первичным данным для всех циклов измерений. Вычисленные величины относительных скоростей СВДЗП по отдельным линиям сведены в пять результирующих профилей по двум взаимно перпендикулярным генеральным направлениям сети: СЗ-ЮВ и СВ-ЮЗ. По этим данным по двум измерениям, используемым при создании последней карты СВДЗК [20], построены графики изменения величин скорости движений по профилям Киевка-Прикумск, Светлоград-Кунбатар (на Кизляре), Тихорецк-Прохладный, Дивное-Армавир и Прикумск-Карачаевск. Там, где было выполнено более двух измерений, построены контролирующие графики величин изменения скорости СВДЗП для других временных интервалов.

Наряду с этим, для всех графиков изменения величин скоростей СВДЗП исследуемой территории вдоль профилей нивелирования были построены профили рельефа земной поверхности. По характеру рельефа, значениям абсолютных высот и точности измерений вычислены величины возможного накопления случайных ошибок (доверительные интервалы значений скорости). На профили были нанесены пересекаемые линиями нивелирования разломы и флексурно-разрывные зоны в осадочном чехле, выявленные с помощью геолого-геоморфологических методов. В результате анализа всех этих данных были установлены основные закономерности проявления современных движений. На фоне общих поднятий и опусканий выделены зоны контрастных движений, соответствующие активным разломам, установлены характер и величины относительных вертикальных

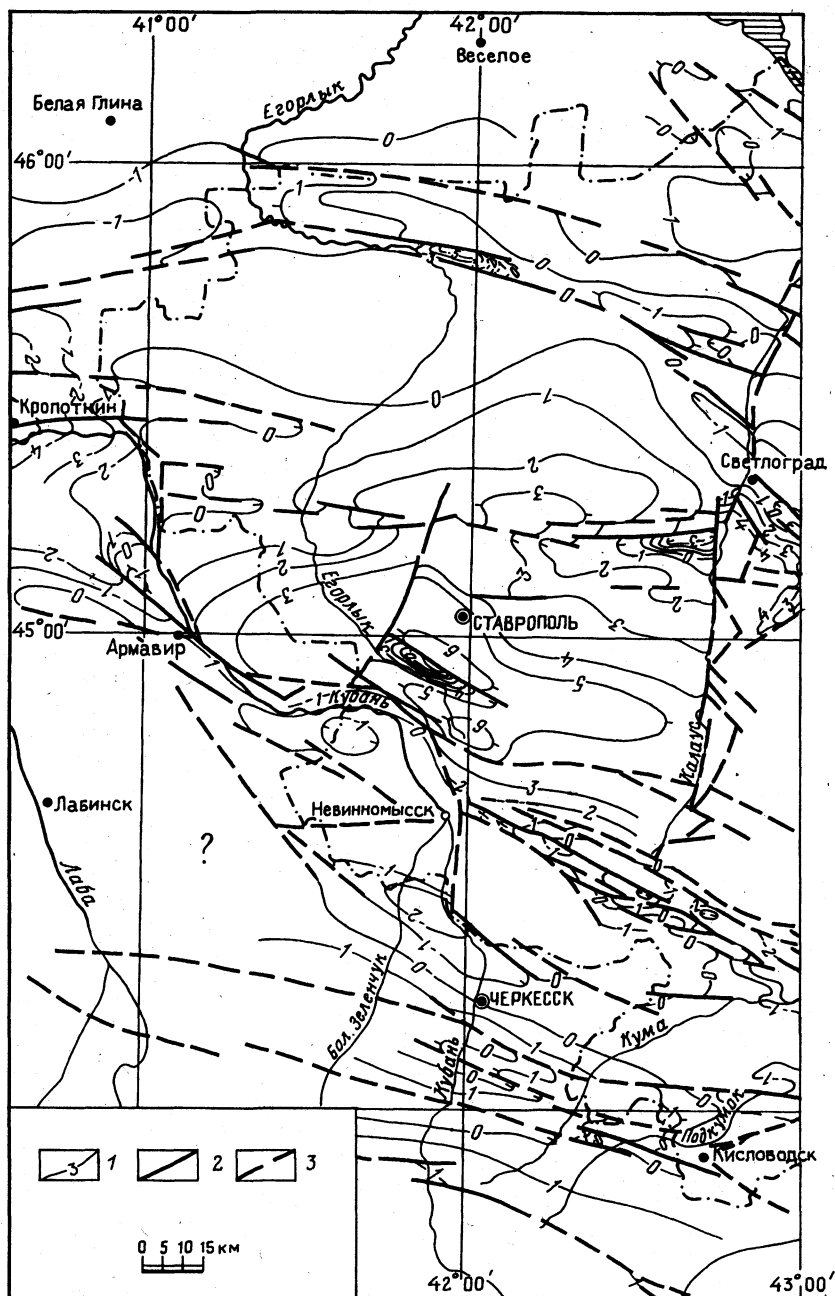
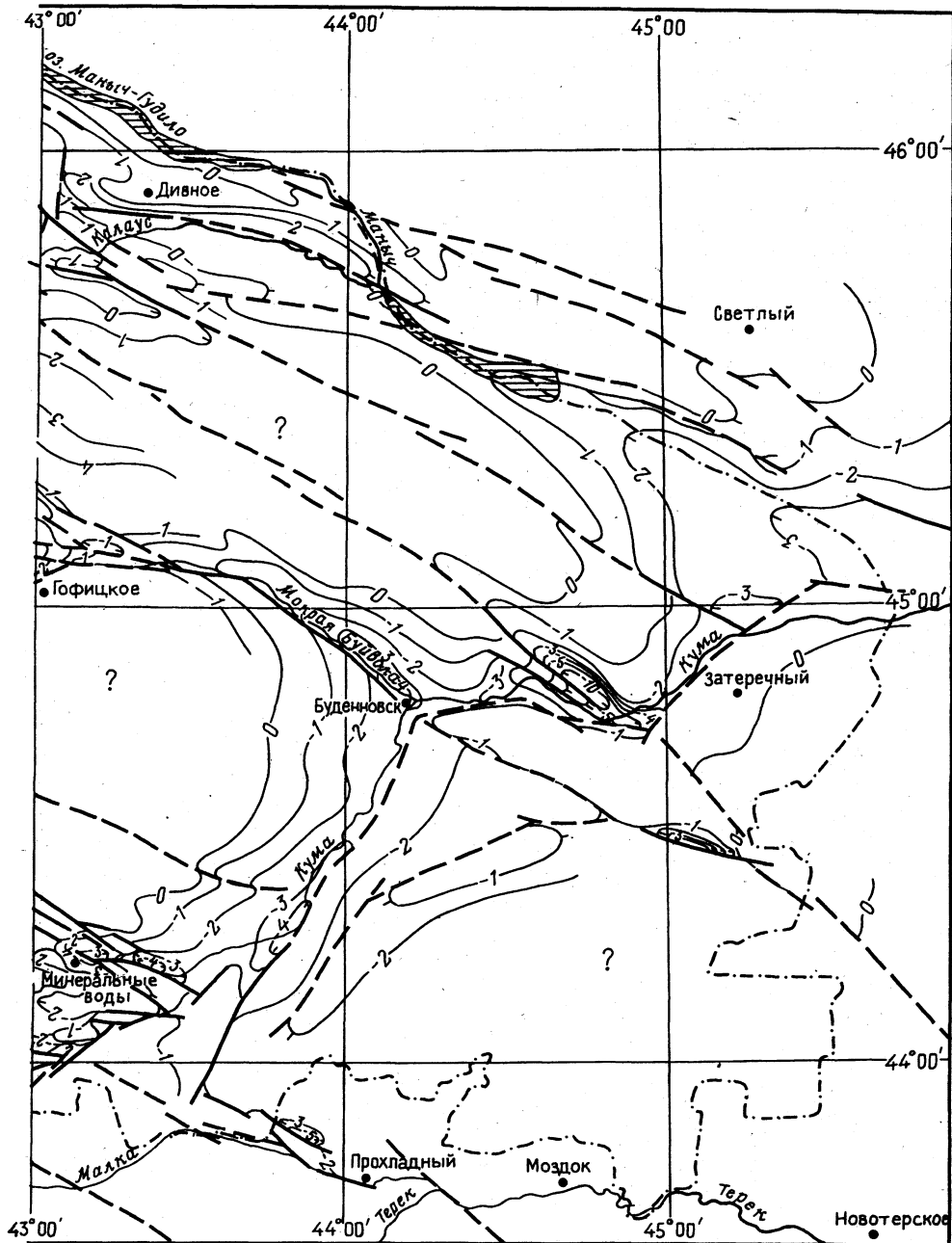


Рис. 3. Карта современных вертикальных движений земной поверхности Ставропольской возвышенности и сопредельной территории

1 – изолинии скоростей современных вертикальных тектонических движений, мм/год; 2 – участки глубинных

смещений по ним. При этом, к зонам контрастных движений были отнесены участки, на которых резко меняются от закономерного направления смещений, или на небольшом участке наблюдается резкий скачок скорости движений земной поверхности.

Сопоставление графиков изменений скоростей СВДЗП за разные интервалы времени позволяет уверенно устанавливать закономерности проявления активных разрывных нарушений. Так, в результате анализа зон контрастных движений и сопоставления их с



■ крупных региональных разломов, активность которых на современном этапе развития подтверждена геодезическими данными; 3 – предполагаемое простираение активных глубинных и крупных региональных разломов по геолого-геоморфологическим данным

разломами было установлено, что более 70–80% зон контрастных движений, зафиксированных методом нивелирования, соответствуют разрывным нарушениям, выделенным в современном морфоструктурном плане Ставропольского свода геолого-геоморфологическими методами. В то же время большинство разломов, установленных по геофизическим данным в фундаменте, весьма плохо подтверждается геодезическими измерениями. Таким образом, нам удалось инструментально подтвердить современную

тектоническую активность основной массы новейших разрывных нарушений, пересекаемых линиями нивелирования. При этом, были установлены характер унаследованности и тип смещений крыльев разлома (ступенеобразный, грабенообразный и т.д.). Амплитуды изменения величин скоростей движения в аномальных зонах достигают 22 мм/год. Следует указать, что по разломам в фундаменте, пересекаемым линиями нивелирования, амплитуды изменения V на земной поверхности варьируют от 0,7 до 3,3 мм/год.

По урваненным в полигонах величинам скоростей движений создана карта относительных СВДЗК Ставропольского свода и сопредельной территории, учитывающая особенности морфоструктурного плана. На нее были нанесены активные разломы, выявленные на основе анализа геолого-геоморфологических и геодезических данных (рис. 3). Установлено, что в развитии морфоструктурного плана на современном этапе определяющими являются активное воздымание Ставропольского свода (V до + 6,5 мм/год) и интенсивное опускание, приуроченное к зоне, вытянутой в ЮЗ-СВ направлении в районе г. Крпоткина и ст. Кавказской в западной части Ставропольского свода (V до -5,5 мм/год). Локальная область опусканий приурочена к г. Тихорецку (V до + 3,4 мм/год). Узкая область поднятий, расположенная между пос. Дивное и Тонга Зунда, осложняет Манычское депрессионное понижение. На восточном блоке Ставропольского свода активно развиваются две зоны прогибания, характеризующиеся кавказским*простирием. Первая из них расположена на восточной окраине Манычского прогиба (V до -3,7 мм/год). Вторая приурочена к руслу р. Мокрая Буйвола (V до -4,2 мм/год). Еще одна зона активного прогибания окаймляет Ставропольский свод с юга, располагаясь между гг. Невинномысском и Минводы (V до -4,6 мм/год). Закономерный характер тектонических движений земной поверхности Центрального Предкавказья существенно нарушается зонами контрастных современных движений, приуроченных к активным разрывным нарушениям.

Основные закономерности развития Ставропольского свода и сопредельной территории на четвертичном и современном этапах тектонического развития заключаются в следующем:

1. Большая часть Ставропольского свода в четвертичное время претерпела воздействие восходящих тектонических движений с максимальными амплитудами в 500–600 м. На крайнем севере и юго-востоке проявилось абсолютное прогибание с амплитудами до -100 м. Размах движений составил 600–700 м.

2. Четвертичное воздымание в пределах свода наиболее активно проявилось в его южной части, достигнув амплитуд в 400–600 м. В северном, западном и восточном направлениях амплитуды понижаются до 0–50 м. С юга и юго-запада свод контролируется Армавиرو-Нагутской разрывной зоной, в пределах которой происходит резкое уменьшение амплитуд четвертичных движений с 400–600 до 100–300 м.

3. Активно развивались осложняющие Ставропольский свод субмеридиональная Калаусская и субширотная Срединно-Предкавказская разрывные зоны. Амплитуды четвертичных вертикальных перемещений тектонических блоков по ним составили 100–200 м. Вдоль Калаусского разлома сформировалась депрессионная приразломная зона, отстоящая в поднятии от сопредельной территории на 100–200 м. Этой зоной Ставропольский свод разделен на западный и восточный блóки, различающиеся активностью четвертичных движений. В пределах западного блока на всей его территории проявились восходящие движения с амплитудами 100–600 м, восточный блок поднят на 50–500 м. На крайнем юго-востоке восточного крыла свода вдоль Восточно-Ставропольской разрывной зоны проявились слабые нисходящие движений с амплитудами до -50 – -70 м.

4. Ставропольский свод с севера окаймляется Манычским грабенообразным прогибом, в пределах которого проявились нисходящие четвертичные движения с амплитудами до -50 – -70 м. Прогиб обладает асимметричным строением с коротким и крутым северным крылом, что обусловлено активностью Северо-Манычского глубинного разлома. Непосредственно к северу от последнего располагается Южно-Ергенинское поднятие, подвергавшееся воздействию восходящих движений с амплитудами 100–200 м.

5. Терско-Каспийский передовой прогиб в пределах западной части испытывал нисходящие движения. Их амплитуды составили -100 – 200 м, уменьшаясь к западу до нуля. Крайняя западная часть прогиба в четвертичное время была вовлечена в область восходящих движений, испытав слабое поднятие на 25–50 м.

6. Зона сочленения Ставропольского свода и Северо-Кавказской моноклинали в четвертичном структурном плане представлена Армавиرو-Георгиевской депрессионной зоной. Она испытывала восходящие четвертичные движения с амплитудами до 400 м. Несмотря на

это, на большей площади зона оставалась областью относительного прогибания, которое активно проявилось вдоль Армави́ро-Нагутской разрывной зоны.

7. Северо-Кавказская моноклинал претерпела воздействие восходящих четвертичных движений, активность которых в южном направлении возрастала. Их амплитуды с севера на юг увеличиваются от 600–700 до 1500–1750 м. Относительные вертикальные перемещения по разломам кавказского прости́рания, осложняющим моноклинал, составили 100–200 м. В отдельных местах они достигали 300 м. Вдоль разломов в пределах южных, опущенных крыльев формировались узкие депрессионные зоны, испытывающие относительное прогибание.

8. На современном этапе тектонической истории Ставропольский свод развивается по унаследованному с четвертичного времени плану. Большая его часть испытывает восходящие движения со скоростями до 4–6 мм/год. С севера, востока и юга свод ограничен узкими зонами абсолютного прогибания, со скоростями нисходящих движений –2 – –4 мм/год. Крайняя северная часть Северо-Кавказской моноклинали претерпевает слабые восходящие движения, скорости которых не превышают 1 мм/год.

9. Закономерный ход современных вертикальных движений в регионе нарушается в местах проявления активных разрывных нарушений. По результатам анализа 2–4 повторных измерений по линиям государственного нивелирования длиной около 2500 км на территории Ставропольского свода выделены аномальные зоны, в пределах которых зафиксированы резкие изменения скоростей современных движений земной поверхности, достигающие 15–20 мм/год. Сопоставление этих зон с разломами, активными на четвертичном этапе развития, в 70–80% показало совпадение их местоположений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия. М.: Недра, 1977. 359 с.
2. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
3. Милановский Е.Е., Расцветаев Л.М., Кухмазов С.У. и др. Новейшая геодинамика Эльбурско-Минераловодской области Северного Кавказа // Геодинамика Кавказа. М.: Наука, 1989. С. 99–105.
4. Горелов С.К. Морфоструктурный анализ нефтегазоносных территорий. М.: Наука, 1972. 215 с.
5. Рейснер Г.И., Богачкин Б.М. Стратиграфия и тектоника антропогена Центрального Предкавказья. М.: ИФЗ АН СССР, 1989. 195 с.
6. Белоусов Т.П. Напряженное состояние земной коры и палеодислокации рельефа Северного Приэльбрусья // Построение моделей развития сейсмического процесса и предвестников землетрясений. Вып. 1. М.: ИФЗ РАН, 1993. С. 149–156.
7. Герасимов И.П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР // Проблемы физической географии. М.-Л., 1946. Т. 12. С. 33–46.
8. Мецераков Ю.А. Морфоструктура равнинно-платформенных областей. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 276 с.
9. Варданянц Л.А. Постмиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1948.
10. Хаин В.Е. Становление рельефа Кавказа как итог его тектонического развития // Тр. Конференции по геоморфологии Закавказья. Баку: Изд-во АН Аз. ССР, 1953. С. 42–51.
11. Якушева А.Ф., Сягаев Н.А., Чистяков А.А. Методика и некоторые результаты структурно-геоморфологических исследований в Восточном Предкавказье и Северо-Западном Прикаспии // Структурно-геоморфологические исследования в Прикаспии. М.: Гостоптехиздат. 1962.
12. Короновский Н.В., Гуцин А.Н., Никитин М.Ю. и др. Геологическое развитие и становление современной структуры Терско-Каспийского передового прогиба // Тектоника орогенных сооружений Кавказа и Средней Азии. М.: Наука, 1990. С. 4–35.
13. Масляев Г.А. О пограничных слоях апшеронского и бакинского ярусов // ДАН СССР. 1963. Т. 148. Вып. 4. С. 906–908.
14. Масляев Г.А. Тектоника северо-восточной части Понто-Каспийской области по данным аэрогеоморфологии // Тр. лаб. аэрометодов. Т. 8. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959.
15. Кикина М.А., Порошин С.В. Геологическая интерпретация дешифрирования линейных структур Азово-Каспийского региона // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 1980. № 6. С. 151–155. № 7. С. 129–131.
16. Enrtan S.V., Nikonov A.A. Comparative analysis of maps of vertical crustal movements for European Russia // J. Geodynamics. № 18 (1–4). 1993. P. 33–41.
17. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. Масштаб 1:10000000. М.: ГУГК, 1973.
18. Лилленберг Д.А., Матцкова В.А., Горелов С.К. и др. Карта современных вертикальных движений и морфоструктуры Кавказа // Проблемы современных движений земной коры. М., 1969. С. 142–156.

19. Геодезическая основа карты современных вертикальных движений земной коры территории СССР в масштабе 1:5000000. М.: ЦНИИГАиК; 1989. 58 с.
20. Карта современных вертикальных движений земной коры на территории Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР (европейская часть), Чехословакии. Масштаб 1:10000000. М.: ГУГК. 1986.

ИФЗ РАН

Поступила в редакцию
12.06.98

MORPHOSTRUCTURAL PATTERN AND TECTONIC MOVEMENTS OF THE STAVROPOL'SKAYA HIGHLAND DURING QUATERNARY AND RECENT EPOCHS

T.P. BELOUSOV, S.V. ENMAN

Summary

The new maps of Quaternary and recent tectonic movements were compiled with the use of new geologic-geomorphologic and geodetic data.

УДК 551.435.162

© 1999 г. М.В. ВЕРЕТЕННИКОВА, Е.Ф. ЗОРИНА

РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ¹

К числу природных и природно-техногенных процессов, оказывающих негативное воздействие на экологию, может быть отнесено оврагообразование. Появление и развитие овражной сети сопряжено с целым рядом природных процессов таких, как эрозия почв, карст, суффозия, сели, подтопление территории. Ущерб от них составляет свыше 50% суммарного экономического ущерба от опасных природно-техногенных процессов в России. Подобное соотношение характерно и для значительной части Земли [1].

В итоговых документах Июкогамской конференции 1994 г., подводящей итоги Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий, подчеркивалась необходимость анализа и оценок риска возможных последствий неблагоприятных природных и природно-антропогенных процессов. Здесь возникает проблема выработки единых показателей для оценки таких понятий, как надежность, опасность, уязвимость, риск. Они применяются в сфере технических наук и значительно реже используются для характеристики природных явлений. Под "надежностью" в технике, как известно, понимается вероятность безотказной работы. При оценке природных процессов "отказом" является любое негативное последствие этих процессов. Для территорий, подверженных овражной эрозии это всегда разрушение земель и уничтожение обширных сельскохозяйственных и городских площадей. Подобный "отказ" можно оценить в соответствии с видом освоения и стоимостью самой земли. Степенью "уязвимости" может быть названа реализованная "опасность". Таким образом, "опасность" можно считать понятием не требующим количественного показателя. "Уязвимость", напротив, при реализации "опасности" должна быть выражена численной характеристикой. В частности, для процесса развития овражной эрозии "опасностью" является оврагообразование, а "уязвимостью" – количественная характеристика возможного развития овражной сети в определенных ландшафтных условиях при конкретном виде и интенсивности хозяйственного освоения территории.

Вероятность реализации опасности в течение фиксированного промежутка времени может быть названа "риском". Оценка степени риска проявления любых негативных природно-антропогенных процессов имеет целый ряд общих черт и понятий. Так возможно использование понятия вероятности поражения площади в виде отношения площади, пораженной негативным процессом, к площади, опасной с точки зрения развития рас-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 98-05-64932).