

СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В связи со сложностью нормирования строительства в сейсмических районах применяются две технологии организации работ по созданию документов технического регулирования в этой области.

Первая технология использовалась, в частности, при разработке всех выпусков СНиП «Строительство в сейсмических районах» с 1962 по 2000 годы. Эти нормы устанавливали минимальные требования к проектированию антисейсмических мероприятий различных по назначению зданий и сооружений. Работа выполнялась коллективно многими научно-исследовательскими и проектными институтами. К редактированию норм привлекались ведущие специалисты страны по сейсмологии и сейсмостойкому строительству.

Вторая технология (модульная) предполагает разработку норм на отдельные виды зданий и сооружений близкими по профилю работы специалистами. Это позволяет детальнее регламентировать антисейсмические мероприятия с учетом специфики объектов нормирования, а также оперативно вносить в нормы необходимые изменения и дополнения. В настоящее время модульная технология широко применяется при разработке национальных стандартов по сейсмостойкому строительству за рубежом, международных норм, а также некоторых строительных норм в России.

Авторы статьи полагают, что при разработке актуализированной версии СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» целесообразно за основу принять модульную технологию разработки и издания норм для отдельных комплексов сооружений, в том числе для объектов транспортного строительства. Ниже предлагается проект раздела «Транспортные сооружения», разработанный авторами на основе соответствующего раздела СНиП II-7-81*, составленного ранее институтом транспортного строительства (ЦНИИС).

1. Общие положения

1.1. Положения настоящего раздела распространяются на строительство

железных дорог I–IV категорий, автомобильных дорог I–IV, IIIп и IVп категорий, метрополитенов, скоростных городских дорог и магистральных улиц, пролегающих в районах сейсмичностью 6–10 баллов, а также зданий и сооружений речного, морского и воздушного транспорта, относящихся к собственности Российской Федерации, субъектов РФ и к иным формам собственности.

Примечания:

1. Сейсмичность района строительства определяется по картам общего сейсмического районирования ОСП-97 или по списку населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах (приложение к СНиП II-7-81*) с учетом результатов научно-исследовательских работ по актуализации карт ОСП-97.

2. В районах сейсмичностью 6 баллов антисейсмические мероприятия при проектировании объектов транспортного строительства предусматриваются на участках сейсмичностью 7 и более баллов, определяемой на основании данных общих инженерно-геологических изысканий и геофизических исследований, которые выполняются с учетом специфики строительства транспортных сооружений и их взаимодействия с природной средой.

3. При проектировании сооружений на железных дорогах V категории и на железнодорожных путях промышленных предприятий сейсмические нагрузки допускается не учитывать, если отказ этих сооружений при землетрясении не влечет за собой тяжелых социальных, экономических и экологических последствий. Все случаи исключения антисейсмических мероприятий при новом строительстве, реконструкции и капитальном ремонте должны быть утверждены заказчиком объекта.

4. Производственные, складские и другие здания транспортного назначения, а также причалы и другие транспортные гидротехнические сооружения следует проектировать с учетом требований к конструкциям и расчетам на сейсмостойкость, изложенным в нормах на проектирование соответствующих объектов транспортного строительства.

1.2. Транспортные сооружения в сейсмических районах следует рассматривать как составные части единой природно-технической транспортной системы, подвергающейся при землетрясениях поражающим факторам (воздействиям) в виде сейсмических волн в грунте, тектонических разрывов, оползней, обвалов, снежных лавин, селевых и водно-песчаных потоков, разжижения грунта, цунами.

1.3. Мероприятия по защите транспортных сооружений от землетрясений разрабатываются и осуществляются с целью минимизации социальных потерь и экономического ущерба посредством предотвращения отказа транспортной инфраструктуры, функционирование которой необходимо для обеспечения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также для оказания всех видов помощи пострадавшему населению, включая возможную эвакуацию людей из района стихийного бедствия.

1.4. Мероприятия по защите от землетрясений должны предусматриваться в таком составе и объеме, чтобы объект выдержал расчетное сейсмическое воздействие и сопутствующие ему поражающие факторы без обрушения несущих конструкций, а также без таких повреждений, которые могут стать причиной аварий транспортных средств, привести к потере управления наземными, речными, морскими и воздушными путями сообщения, вызвать длительное прекращение движения транспорта в результате землетрясения.

1.5. Расчетное сейсмическое воздействие (расчетная сейсмичность) для объектов транспортного строительства

Класс сейсмостойкости объектов	Номенклатура объектов
1	2
I – объекты особой сейсмостойкости	Наиболее крупные и капиталоемкие объекты транспортного комплекса на железных и автомобильных дорогах категорий I и II, на скоростных городских дорогах, линиях метрополитена и скоростного монорельсового транспорта: балочные, арочные и рамные мосты с пролетами более 150 м; виадуки с опорами высотой более 50 м; мосты, эстакады, тоннели и галереи длиной более 500 м, многоярусные транспортные развязки с организацией движения в трех и более уровнях. Висячие и вантовые мосты через большие реки и водохранилища, морские проливы и заливы с пролетами сооружений более 300 м на дорогах всех категорий. Транспортные здания, относящиеся к выдающимся памятникам архитектуры, административные здания, в которых размещаются службы и средства управления работой крупных транспортных узлов и сетями дорог в регионах. Здания терминалов в аэропортах с годовым объемом перевозок более 10 млн чел., включая прилетающих, улетающих и транзитных пассажиров. Здания железнодорожных и морских вокзалов вместимостью более 1500 пассажиров. Причальные сооружения морских и речных портов при объеме грузооборота в навигацию свыше 6 млн тонн сухогрузов (свыше 12 млн тонн наливных грузов) или свыше 800 судозаходов.
II – объекты повышенной сейсмостойкости	Мосты через водотоки, виадуки, эстакады, путепроводы, транспортные развязки, тоннели и галереи (кроме отнесенных к сооружениям особой сейсмостойкости), подпорные стены, трубы под насыпями, пешеходные мосты и тоннели, пассажирские платформы, насыпи и выемки, сооружаемые на железных и автомобильных дорогах категорий I и II, а также на скоростных городских дорогах, магистральных улицах (проспектах) общегородского значения, линиях метрополитена и скоростного монорельсового транспорта. Опоры контактной сети и здания тяговых подстанций на железных дорогах категорий I и II. Здания терминалов в аэропортах с годовым объемом перевозок от 4 до 10 млн чел. Здания железнодорожных, морских и речных вокзалов вместимостью 500–1500 пассажиров. Здания автобусных вокзалов для обслуживания 1000 и более пассажиров дальнего следования в сутки. Причальные сооружения морских и речных портов при объеме грузооборота в навигацию от 1,5 до 6 млн тонн сухогрузов (от 6 до 12 млн тонн наливных грузов) или от 600 до 800 судозаходов. Взлетно-посадочные полосы аэродромов.
III – объекты нормальной сейсмостойкости	Мосты через водотоки, виадуки, эстакады, путепроводы, транспортные развязки, тоннели и галереи, подпорные стены, трубы под насыпями, пассажирские платформы, пешеходные мосты и тоннели, насыпи и выемки, сооружаемые на железных и автомобильных дорогах категорий III и IV, а также на магистральных городских дорогах (улицах) районного значения. Опоры контактной сети и здания тяговых подстанций на железных дорогах категорий III и IV. Здания терминалов в аэропортах с годовым объемом перевозок до 4 млн чел. Здания железнодорожных, морских и речных вокзалов вместимостью до 500 пассажиров. Здания автобусных вокзалов для обслуживания до 1000 пассажиров дальнего следования в сутки. Подземные гаражи и парковки. Причальные сооружения морских и речных портов при объеме грузооборота в навигацию менее 1,5 млн тонн сухогрузов (менее 6 млн тонн наливных грузов) или менее 600 судозаходов.

Классификация объектов транспортного комплекса по сейсмостойкости

определяется в зависимости от установленного уровня антисейсмической защиты – класса сейсмостойкости объекта (см. табл.) по картам общего сейсмического районирования ОСР-97 с поправками на вариации сейсмичности в пределах сейсмоопасных районов целочисленной балльности, а также на местные инженерно-геологические и геоморфологические условия с учетом ограничений на расчетную сейсмичность, установленными пунктами 1.6 и 1.9.

Примечание. Решение о выборе уровня антисейсмической защиты (класса сейсмостойкости объектов), не указанных в табл. 1, принимается заказчиком по представлению генерального проектировщика, за исключением случаев, оговоренных в других нормативных документах.

1.6. В проектах зданий и сооружений транспортного назначения антисейсмиче-

ские мероприятия должны предусматриваться при расчетной сейсмичности 7 и более баллов. Для всех сооружений, кроме сооружений первого класса сейсмостойкости, расчетная сейсмичность принимается не более 9 баллов шкалы MSK-64.

1.7. Мероприятия защиты от землетрясений объектов нормальной и повышенной сейсмостойкости разрабатываются по указаниям настоящих норм на основе предварительной оценки сейсмической опасности по картам общего сейсмического районирования ОСР-97-А и ОСР-97-В с уточнением исходной сейсмичности по результатам научно-исследовательских работ, анализирующих карты ОСР-97, фондовым и справочным материалам, а также с использованием данных сейсмозаведки и статистических зависимостей инженерной сейсмологии для учета влияния местных инженерно-геологических и геоморфологических условий на

сейсмичность участков строительства наземных объектов (инженерно-геологических условий и глубины заложения выработок на сейсмичность участков строительства тоннелей).

1.8. Работы по содержанию объектов нормальной и повышенной сейсмостойкости должны включать периодический визуальный контроль за их состоянием, обследование после сейсмических толчков силой 6 и более баллов (особенно в местах с неблагоприятными инженерно-геологическими и геоморфологическими условиями), разработку и осуществление мер по ремонту и усилению конструкций, получивших повреждения при землетрясениях или других опасных литосферных, гидросферных, атмосферных процессах и техногенных воздействиях.

1.9. Мероприятия антисейсмической защиты зданий и сооружений первого

класса сейсмостойкости следует разрабатывать с учетом силы максимального расчетного землетрясения (МРЗ). Сила МРЗ определяется при изысканиях на основании материалов детальных геологических, сеймотектонических и геофизических исследований опасности землетрясений и сопутствующих им явлений (процессов) в районе строительства. Во всех случаях сила МРЗ принимается не менее силы землетрясения, повторяющегося в данном пункте в среднем один раз за 2000 лет, и не более силы землетрясения, повторяющегося в среднем один раз за 5000 лет.

1.10. Если сила МРЗ на участке строительства объекта первого класса сейсмостойкости с учетом влияния на сейсмичность местных инженерно-геологических и геоморфологических условий превышает 9 баллов по шкале MSK-64, то в дополнение к настоящим нормам следует разрабатывать дополнительные требования, регламентированные в специальных технических условиях (СТУ), утверждаемых заказчиком объекта по представлению генерального проектировщика. Требования СТУ должны быть обоснованы исследованиями надежности и эффективности специальных конструкций антисейсмической защиты, обеспечивающих прочность и устойчивость несущих конструкций при толчках силой более 9 баллов.

2. Уточнение исходной сейсмичности

2.1. Исходную сейсмическую опасность пункта строительства в целочисленных баллах шкалы MSK-64 следует определять:

- при проектировании объектов нормальной сейсмостойкости по карте ОСР-97-А;
- при проектировании объектов повышенной сейсмостойкости по карте ОСР-97-В.

2.2. Исходные амплитудные характеристики колебаний грунта в горизонтальной плоскости в районах (пунктах) сейсмичностью 6, 7, 8, 9 и 10 баллов для площадок, расположенных на ровных участках местности и сложенных средними по сейсмическим свойствам грунтами, принимаются следующими:

- при сейсмичности 6 баллов амплитуды ускорения – 50 см/с², скорости 4,0 см/с, перемещения – 2,0 см;

- при сейсмичности 7 баллов амплитуды ускорения – 100 см/с², скорости 8,0 см/с, перемещения – 4,0 см;

- при сейсмичности 8 баллов амплитуды ускорения – 200 см/с², скорости 16,0 см/с, перемещения – 8,0 см;

- при сейсмичности 9 баллов амплитуды ускорения – 400 см/с², скорости 32,0 см/с, перемещения – 16,0 см;

- при сейсмичности 10 баллов амплитуды ускорения – 800 см/с², скорости 64,0 см/с, перемещения – 32,0 см.

Примечание. К средним по сейсмическим свойствам грунтам относятся песчано-глинистые отложения с сейсмической жесткостью $\rho V_s = 655 \text{ т/м}^2 \text{ с}$, где ρ – плотность грунта, т/м³; V_s – скорость поперечной сейсмической волны в грунте, м/с.

2.3. Уточнение исходной сейсмичности (УИС) выполняется с использованием результатов научно-исследовательских работ по актуализации карт ОСР-97, фондовых и справочных материалов с представлением силы землетрясения в районе строительства в уточненных (целых или дробных) значениях балла.

2.4. Уточненная сила землетрясения в районе (пункте) строительства отличается от сейсмичности района, указанной на выбранной карте ОСР-97, на положительную или отрицательную величину δI . В любом случае для дальнейшего расчета принимают, что модуль поправки δI не должен превышать 1,0.

2.5. По приращению балльности δI определяется поправка к исходным амплитудным характеристикам колебаний грунта в виде коэффициента, который находят по формуле

$$K_2 = 2^{\delta I}, \quad (1)$$

где δI – приращение балльности в долях целого балла, найденное при уточнении исходной сейсмичности.

2.6. При проектировании объектов особой сейсмостойкости для определения силы максимального землетрясения по комплексу геологических, геофизических и геохимических данных составляются карты опасных сейсмогенерирующих структур в радиусе до 100 км от объекта. На этой основе с учетом сейсмологических сведений (на-

блюдаемая, историческая и палеосейсмичность) выделяются зоны возможных очагов землетрясений. От этих зон производится расчет сейсмических воздействий для средних по сейсмическим свойствам грунтов и ровных площадок на участке строительства.

2.7. Для характеристики сейсмогенерирующих структур проводится анализ фондовых и литературных источников геолого-геофизического и сейсмологического содержания совместно с материалами полевых геологических работ, сейсморазведки, эманационной и газовой съемок на ключевых участках, результатами дешифрирования аэро- и космических снимков, данными датировки сейсмодислокаций радиоуглеродным методом.

2.8. При выполнении геофизических исследований для обеспечения строительства объекта особой сейсмостойкости, как правило, следует проводить сейсмологические наблюдения сетью временных станций – с целью подтверждения данных о выделенных (по фондовым и справочным материалам) активных очагах землетрясений по инструментально зафиксированным слабым толчкам и для получения информации о распределении их эпицентров по глубине.

2.9. Установленная с учетом ограничения балльности по п. 1.9 сила максимального расчетного землетрясения отличается от сейсмичности района по карте ОСР-97-В на величину δI . По приращению балльности δI определяется поправка в виде множителя к исходным амплитудным характеристикам колебаний грунта при землетрясении, сила которого указана на карте ОСР-97-В. Поправочный коэффициент находят по формуле (1).

3. Сейсмическое микрорайонирование

3.1. Материалы работ по сейсмическому микрорайонированию (СМР) участков строительства транспортных сооружений должны содержать количественные оценки влияния особенностей залегания слоев и сейсмических свойств грунта расчетной толщи на амплитудные и спектральные характеристики сейсмического воздействия.

3.2. Количество микрзон различной сейсмической опасности, выделяемых на участке строительства, определяется

неоднородностью строения исследуемой грунтовой толщи и изменчивостью сейсмических свойств грунта. При СМР участков больших мостовых переходов, как правило, следует выделять микрозоны русла реки, ее пойм и береговых склонов. На участках возведения малых и средних мостов достаточно выделить одну микрозону по данным разведочного бурения на площадке опоры с наименее благоприятными свойствами грунта.

3.3. При выборе положения верхней и нижней границ расчетной толщи, границ слагающих ее слоев нужно учитывать свойства грунтов инженерно-геологического разреза, тип и конструктивное решение фундаментов, глубину их заложения, влияние природно-техногенных воздействий на сохранность и свойства грунтов в транспортном коридоре.

Примечание. На участках распространения многолетнемерзлых грунтов мощность деятельного слоя следует принимать от поверхности грунта до уровня нормативной глубины сезонного оттаивания мерзлых грунтов.

3.4. Сейсмичность площадок строительства мостовых опор с массивными фундаментами мелкого заложения устанавливается в зависимости от сейсмических свойств грунта расчетной толщи мощностью 10 м, расположенной ниже отметок заложения фундаментов, сооружаемых в открытых котлованах. Если в пределах разведанной глубины инженерно-геологического разреза 10-метровый слой подстилается слоем менее прочного грунта, то нижнюю границу расчетной толщи следует принимать в уровне подошвы слабого подстилающего слоя, а ее верхнюю границу – на отметках низа фундаментов. Мощность слоев грунта в пределах расчетной толщи определяют по данным инженерно-геологических разрезов, соответствующих центральным осям фундамента.

3.5. Для мостовых опор с фундаментами глубокого заложения положение верхней границы расчетной толщи грунта устанавливается с учетом устойчивого уширения подмостового русла (срезки), общего размыва грунта у опоры, требований планировки набережных и технологии сооружения фундаментов. Из состава расчетной толщи исключают грунт насыпей подходов и залегающие с поверх-

ности неуплотненные насыпные грунты, слои ила, торфа, склонные к разжижению водонасыщенные рыхлые песчаные, а также очень слабые глинистые грунты текуче-чепластичной и текучей консистенции.

3.6. Для мостовых опор с фундаментами из свай-стоек нижняя граница расчетной толщи, как правило, принимается в уровне кровли скальной породы, твердомерзлого нескального или другого малосжимаемого грунта (глины твердой консистенции со статическим модулем деформации $E > 50$ МПа, крупнообломочных отложений с песчаным заполнителем или с содержанием не более 40% глинистого заполнителя), на который опираются гибкие сваи-стойки. Если мощность неконсолидированного слоя оказывается меньше 10 м, то в состав расчетной толщи включают часть скального или другого малосжимаемого грунта. Это делается для того, чтобы общая мощность расчетной толщи была не менее 10 м. То же правило действует при определении нижней границы расчетной толщи в основании столбчатых (свайных) опор, опирающихся на малосжимаемый грунт.

3.7. Для мостовых опор с фундаментами (телом опор ниже ригеля) из свай нижняя граница расчетной толщи может приниматься в уровне нижних концов свай, но не менее 10 м от верхней границы расчетной толщи. Если в инженерно-геологическом разрезе присутствуют линзы или прослойки менее прочного грунта под слоем, в который погружены нижние концы свай, нужно считать, что нижняя граница расчетной толщи проходит по подошве наиболее заглубленного слабого слоя инженерно-геологического разреза. Во всех случаях нижняя граница расчетной толщи при проектировании мостовых опор с фундаментами из свай принимается не ниже уровня поверхности, достигнутой при бурении разведочных скважин, а ее мощность – не более 30 м.

3.8. Для мостовых опор с массивными фундаментами глубокого заложения (опускными колодцами), опертыми на скальную породу, твердую глину или малосжимаемые гравийно-галечниковые отложения, сейсмичность строительных площадок, как правило, устанавливается в зависимости от сейсмических свойств массива, расположенного сбоку от фундамента, принимая мощность расчет-

ной толщи от ее верхней границы не менее 10 м.

Примечание. При учете сил инерции в неконсолидированном слое и сейсмического давления грунта на боковые грани опускного колодца допускается в качестве расчетной толщи принимать малосжимаемый грунт мощностью 10 м, считая вниз от его кровли (отметки подошвы опускного колодца).

3.9. Сейсмичность микрозон припортовых и заглубленных участков тоннелей следует находить в зависимости от сейсмических свойств массива, в котором ведут проходку горных выработок и сооружают обделку тоннеля.

3.10. Сейсмичность площадок строительства насыпей и труб под насыпями следует определять в зависимости от сейсмических свойств грунта верхнего 10-метрового слоя основания насыпи.

3.11. Сейсмичность площадок строительства выемок определяют в зависимости от сейсмических свойств грунта 10-метрового слоя, считая от контура откосов выемки.

3.12. Для опор контактной сети, расположенных на насыпи, сейсмичность строительных площадок находят в зависимости от сейсмических свойств грунта насыпи и ее основания, для опор контактной сети в выемках и в нулевых местах учитывают сейсмические свойства грунта основания дороги на глубину 10 м от уровня основной площадки земляного полотна.

3.13. При определении сейсмичности площадок строительства подпорных стен и причальных сооружений в портах используют те же правила выделения расчетной толщи грунта, что и для мостовых опор.

3.14. При определении сейсмичности площадок строительства вокзалов и других зданий транспортного назначения сейсмические свойства грунта расчетной толщи принимают усредненными по территории строительных площадок секций здания, разделенных деформационными (антисейсмическими) швами.

3.15. При расчете сейсмоустойчивости склонов сейсмичность участка относят

к массиву породы, относительно которого проверяют возможность скольжения вышележащих отложений.

3.16. При сейсмическом микрорайонировании участков строительства транспортных объектов амплитудные характеристики колебаний грунта, уточненные согласно указаниям раздела 2, дополнительно корректируются с учетом местных инженерно-геологических и геоморфологических условий. Поправка задается в форме коэффициентов, модифицирующих амплитуды перемещений, скоростей и ускорений расчетной грунтовой толши.

3.17. Поправочный коэффициент на динамические свойства расчетной грунтовой толши (ее сейсмическую жесткость) определяют по формуле

$$K_3 = 2^{1,67lg\left(\frac{655}{\rho V_s}\right)} \quad (2)$$

где ρV_s – сейсмическая жесткость грунта расчетной толши, т/м² с;

ρ – плотность грунта, т/м³;

V_s – скорость поперечных сейсмических волн в расчетной толше, м/с.

3.18. Если расчетная толша грунта состоит из нескольких слоев, то в этом случае принимается во внимание средневзвешенная сейсмическая жесткость пачки слоев, определяемая по формуле

$$\rho V_s = \frac{\sum(\rho_i V_{si}) h_i}{\sum h_i} \quad (3)$$

где h_i – толщина i -го слоя пачки, м;

$\rho_i V_{si}$ – сейсмическая жесткость i -го слоя пачки, т/м²с, относительно поперечных сейсмических волн.

3.19. Плотность грунтов инженерно-геологического разреза устанавливается по результатам лабораторных исследований как среднее (нормативное) значение частных значений плотности. Скорости поперечных сейсмических волн в слоях находят по данным сейсморазведки или используя корреляционные уравнения, связывающие физические, прочностные и деформационные свойства грунтов с величиной скорости поперечных сейсмических волн.

3.20. При сейсмическом микрорайонировании участков дорог, расположенных на крутых горных склонах, амплитудные

характеристики колебаний грунта корректируются в зависимости от рельефа местности. Поправка определяется в форме коэффициента учета рельефа местности K_4 , на который умножают амплитуды колебаний грунта.

3.21. Для речных долин в горной местности, врезанных в коренные породы на 100 м и более, при отношении высоты бортов к ширине долины, поверху не менее 0,5, допускается принимать значение коэффициента K_4 равным 0,5 для дна долины и 1,25 для верха ее бортов. Для площадок, расположенных на бортах между их верхом и дном долины, коэффициент K_4 определяется по интерполяции в зависимости от высоты расположения площадки над дном долины.

3.22. Геофизические методы исследования при сейсмическом микрорайонировании, включая сейсморазведку, следует применять во всех случаях изысканий на участках строительства транспортных объектов особой сейсмостойкости.

3.23. При проведении изысканий на участках строительства объектов нормальной и повышенной сейсмостойкости сейсморазведку и другие методы геофизических исследований, как правило, применяют в следующих случаях: – сложение верхней толши инженерно-геологического разреза слоями крайне слабых грунтов (торфа, ила, текучих суглинков, рыхлых песков и др.), требующее их замены или укрепления с оценкой влияния изменения геологической среды на сейсмичность участка строительства;

■ наличие в разрезе линз погребенных слабых грунтов, в том числе, таликов в мерзлой толше, а также карстовых пустот, заполненных слабыми грунтами;

■ большая мощность аллювиальных и морских отложений в устьях рек и в морских проливах;

■ особо сложные инженерно-геологические условия, встречающиеся на участках меандрирующих рек с поймами, выполненными крайне слабыми отложениями, которые залегают на неровной кровле консолидированных отложений, изрезанной палеорулами блуждающей реки;

■ присутствие на участке строительства дислокаций сеймотектонического или сейсмогравитационного генезиса;

■ падение в сторону тальвега пластов глинистых грунтов и коренной породы типа аргиллита, способствующее потере устойчивости покровных отложений на склонах долин при землетрясениях;

■ возможность использования при сейсмомикрорайонировании данных сейсморазведки прошлых лет, выполненной на исследуемой территории или в аналогичных инженерно-геологических условиях на прилегающих участках (территориях).

4. Трассирование дорог

4.1. При изысканиях для проектирования железных и автомобильных дорог в условиях горного и предгорного рельефа на участках с проявлениями опасных геологических процессов (скальных обвалов, оползней, лавин, разжижения грунта) следует выбирать положение трассы по результатам технико-экономического сравнения вариантов обхода этих участков в плане и в профиле, а также рассматривая вариант возведения защитных сооружений (тоннелей, галерей, улавливающих стен и др.).

4.2. Трассирование вдоль берегов морей железных и автомобильных дорог, подверженных затоплению сейсмическими морскими волнами (цунами), должно выполняться с учетом варианта размещения трассы на безопасном расстоянии от уреза воды и варианта осуществления мер по защите транспортных сооружений от цунами.

4.3. Выбор трассы дорог должен проводиться с учетом максимально возможного удаления больших мостов и тоннелей от мест выхода на поверхность активных тектонических разломов.

4.4. При трассировании дорог в опасных горных долинах необходимо располагать трассу выше возможного уровня селевых потоков с устройством искусственных сооружений для пропуска над дорогой селевых потоков, спускающихся в долину из поперечных логов.

Г.С. Шестоперов,

д-р геол.-минерал. наук, проф.,

А.А. Цернент,

д-р техн. наук, проф.,

Г.С. Переселенков,

д-р техн. наук, проф.

(Продолжение следует)