

*Раджабзадег Могсен, аспирант
О.В. Кичаева, к.т.н., доцент*

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ И СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИРАНА

Рассмотрены геология, тектоника, виды грунтов и сейсмическое районирование территории Ирана.

Ключевые слова: геология, землетрясения, сейсмическая активность.

*Раджабзадег Могсен, аспирант
О.В. Кичаева, к.т.н., доцент*

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА, ТЕКТОНІЧНЕ РОЗТАШУВАННЯ І СЕЙСМІЧНІ УМОВИ ІРАНУ

Розглянуто геологію, тектоніку, види ґрунтів і сейсмічне районування території Ірану.

Ключові слова: геологія, землетруси, сейсмічна активність.

*Rajabzadeh Mohsen, Post-graduate
O.V. Kichaeva, Ph.D*

Kharkov National University of building and architecture

GEOLOGICAL STRUCTURE, TECTONIC LOCATION And SEISMIC TERMS of IRAN

In the article geology, tectonics, types of soils, is considered and seismic to zoning of territory of Iran.

Keywords: geology, earthquakes, seismic activity.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими заданиями. Территория Исламской Республики Иран представляет собой сложную систему высоких и средних гор и нагорий, а также практически вся подвержена влиянию частых сейсмических воздействий, которые отличаются высокой мощностью, что приводит к значительным человеческим жертвам и невосполнимому материальному урону. Ситуация осложняется наличием грунтов с низкими строительными свойствами.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы. Более 2/3 территории Ирана занимают горы и высокие нагорья. В центре страны расположено Иранское нагорье (высота до 1000 м), по его периферии – Североиранские горы (горы Эльбурс с высшей точкой Ирана вулканом Демавенд, 5671 м), Восточно-Иранские горы (вулкан Тефтан, 4042 м) и Южно-Иранские горы (Загрос и Мекранские горы) (рис. 1). К северному подножию Эльбурса примыкает узкая полоса Южно-Каспийской низменности (ниже уровня моря на 28 м), на северо-западе в территорию Ирана входит часть Кура-Араксинской низменности, на северо-востоке – Горганская равнина. На северо-востоке, по границе между Ираном и Туркменией, горы Эльбурс переходят в систему Туркмено-Хорасанских гор, состоящую из двух рядов горных хребтов, разделенных хорошо выраженной системой продольных депрессий. Северная часть Туркмено-Хорасанских гор – горы Копетдаг (рис. 2) – сложена смятыми в складки мезозойскими и кайнозойскими породами и

состоит из системы хребтов с высотами 2000 – 3000 м (высочайшая вершина – Хезармесджед – 3117 м). Полоса впадин, образуемых так называемый Кучано-Мешхедский дол и дренируемых реками Атрек и Кешеф-Руд, отделяет Копетдаг от южной части Туркмено-Хорасанских гор, которая называется Нишапурскими горами. Они древнее по возрасту и менее целостны по рельефу, чем Копетдаг.



Рисунок 1 – Физическая карта Ирана

Продолжением северных окраинных цепей Иранского нагорья в пределах Афганистана служат горы Паропамиз. От юго-восточного края Туркмено-Хорасанских гор Паропамиз отделяет сквозное Зюльфатарское ущелье, по которому протекает река Герируд (Теджен). Паропамиз с севера сопровождает полоса холмистых предгорий, над которыми поднимаются высокие параллельные хребты, разделенные продольными долинами рек. Южную окраину Иранского нагорья образуют горы Загрос, которые тянутся от Курдистанского хребта до Ормузского пролива. Далее вдоль берега Оманского залива поднимаются горы Макран. Восточную окраину Иранского нагорья на территории Пакистана и Афганистана образуют Сулеймановы горы.



Рисунок 2 – Горная система Копетдаг

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья. Как видно из рис. 3, более 85% территорий Ирана являются сейсмоопасными: около 20% из 160 разрушительных землетрясений, зафиксированных в прошлом веке по всему миру, произошли в Иране.

Во многих случаях к этому присоединяются неблагоприятные условия площадки: плохие грунты, близость тектонических разломов, сложный рельеф и т.д. При этом сейсмическая опасность постоянно растет. Анализ возможных последствий (разрушений) дает информацию для проектирования более сейсмостойких конструкций, нахождения экономичных решений, повышения их безопасности, усиления уже поврежденных зданий и сооружений. В большинстве городов территории Ирана значителен удельный вес сооружений, построенных без учета сейсмичности, которые без должного усиления просто не выдержат разрушительного действия возможного землетрясения.

Цель статьи. С учетом масштабов разрушений и жертв необходимость обеспечения надежности сооружений в сейсмических районах и рационального расходования материальных средств и трудозатрат на антисейсмическое усиление зданий приобретает исключительное значение. Поэтому основная задача инженеров и градостроителей – проектировать и создавать инфраструктуру городов и населенных пунктов так, чтобы свести к минимуму потери от землетрясений. Здания и сооружения, запроектированные соответствующим образом, должны быть построены так, чтобы противостоять самым сильным колебаниям грунта без разрушения. Невозможно уменьшить сейсмическую опасность, однако возможно сделать многое для уменьшения количества человеческих жертв и материальных потерь. Это может быть достигнуто:

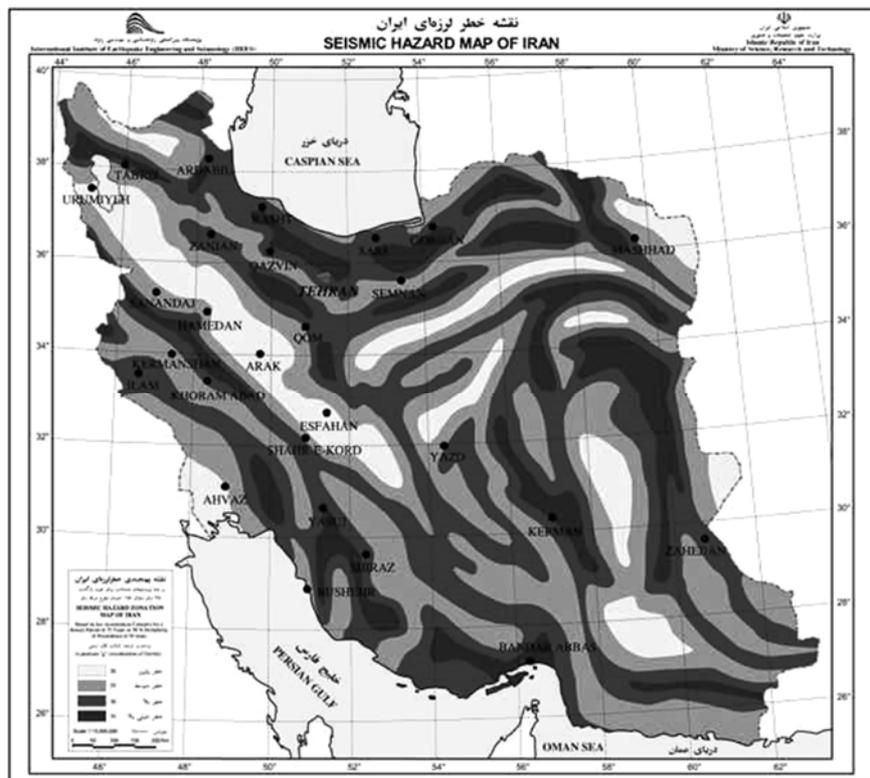


Рисунок 3 – Карта сейсмической опасности территории Ирана

- 1) совершенствованием действующих или разработкой новых строительных норм и правил;
- 2) совершенствованием действующих и разработкой новых методов расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия;

3) применением рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений, эффективных материалов и конструкций;

4) проведением специальных конструктивных мероприятий по усилению и реконструкции существующей застройки, обладающей определенным дефицитом сейсмостойкости.

Целью предстоящих исследований является разработка оптимальных методов снижения чувствительности проектируемых малоэтажных жилых зданий к сейсмическому воздействию и методов реконструкции уже существующих зданий и сооружений в условиях Ирана.

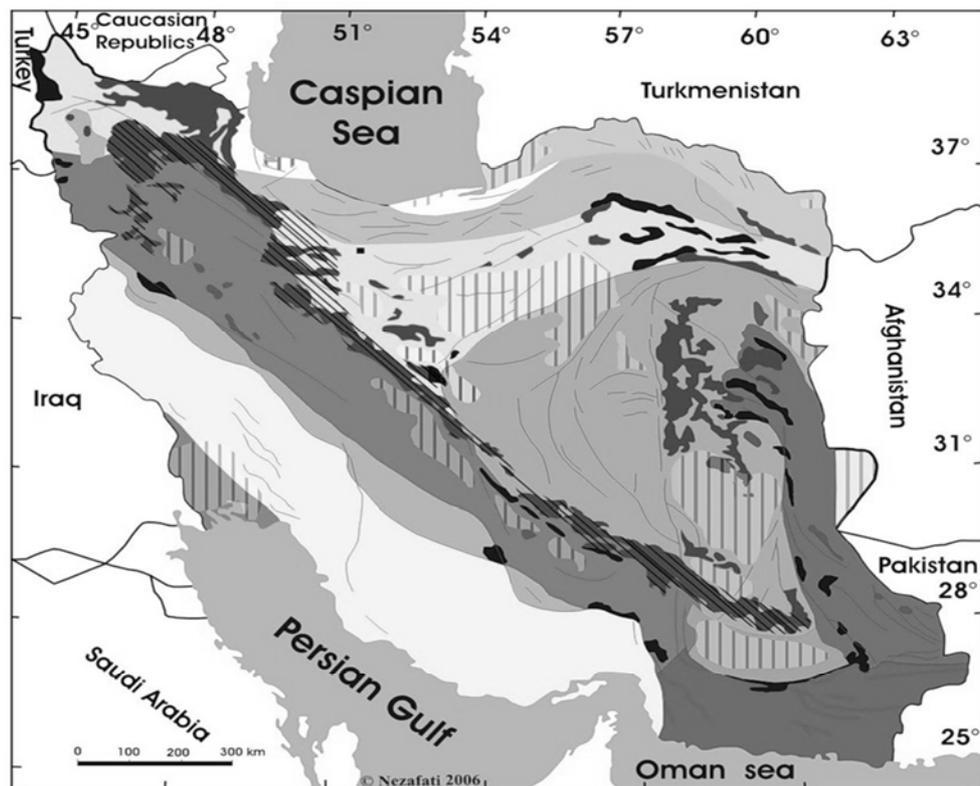
Изложение основного материала исследований. Горы почти везде имеют умеренные высоты (1500 – 2500 м) и только в центральной части Загроса превышают 4000 м. Хребты состоят из параллельных цепей, сложенных смятыми в складки мезозойскими и кайнозойскими породами. Между ними расположены широкие продольные депрессии, находящиеся иногда на высотах 1500 – 2000 м. У подножия гор, вдоль Оманского и Персидского заливов, протянулась низменная прибрежная полоса, прерываемая отрогами Загроса и Макрана.

Внутренняя часть Иранского нагорья представляет собой чередование средневысотных горных массивов и обширных пустынных равнин и котловин, называемых в Иране «луг» (пустыня) и «кевир» (солончак). Среди горных массивов внутренней части выделяются Среднеиранские, Восточно-Иранские и примыкающие с юга к Паропамизу Среднеафганские горы. В их рельефе явственно выражены следы выравнивания и последующих поднятий. Высоты колеблются от 1500 до 2500 м, но отдельные вершины поднимаются над общей однообразной поверхностью до 3500 и даже более 4000 м. Некоторые из самых высоких вершин представляют собой потухшие или затухающие вулканы.

Равнины у подножия горных массивов сложены глинистыми соленосными отложениями палеогенового возраста. В некоторых местах их сменяют известняки или песчаные отложения. Высоты равнин различны, от 200 до 600 – 800 м. Наиболее низкие участки заняты мелководными солеными озерами или солончаковыми болотами, образовавшимися на водоупорных глинистых поверхностях. Обширные пустынные равнины в пределах Ирана – это Деште-Кевир, почти вся занятая солончаками, лишенная воды и растительности, Деште-Лут, покрытая массаами щебня, песчаными дюнами высотой до 200 м и солончаками [1].

Иранское нагорье – самое большое по площади среди нагорий Передней Азии. Большая часть его находится в пределах Ирана, на востоке оно заходит в Афганистан и Пакистан, северная окраина проходит на юге Туркмении, южная – по границе с Ираком. Окраинные цепи нагорья сходятся на северо-западе, в Армянском нагорье, и на северо-востоке, в Памире, образуя мощные горные узлы. В пределах Иранского нагорья окраинные цепи удалены друг от друга, пространство между ними занимают впадины, плато и горные массивы.

Геологическое строение [2]. Территория Ирана расположена в пределах Средиземноморского складчатого пояса. В центральной части выделяется раздробленный и местами сильно переработанный срединный эпибайкальский массив с довендским складчатым основанием и венд-фанерозойским осадочным чехлом (месторождения руд меди, полиметаллов, железа, каменного угля), обрамлённый мезозойско-кайнозойскими горными складчатостями. В наложенных на массив впадинах (Деште-Кевир и др.) развиты красноцветные лагунно-континентальные обломочные и соленосные толщи олигоцен-миоценового возраста. На севере массив обрамляется Эльбурс-Биналудской, Копетдагской и Южно-Эльбрусской системами мезозойско-раннепалеогеновых геосинклинальных прогибов (рис. 4).



- | | | | | | | | |
|---|----------------------------|----|--|----|--|----|------------------|
| 1 | Khuzestan plain | 6 | Alborz Mountains | 11 | Makran (Fore arc basin) | 16 | Volcanic rocks |
| 2 | Zagros fold belt | 7 | Central Domain | 12 | Eastern Iran | 17 | Paratethys basin |
| 3 | Zagros Thrust (Disputable) | 8 | Central Iran Micro-continent (Lut Block) | 13 | Ophiolite (Neo-Tethys oceanic crust) | 18 | Depressions |
| 4 | Sanandaj-Sirjan zone | 9 | Kopetdagh | 14 | Ophiolite (Paleo-Tethys oceanic crust) | 19 | Faults |
| 5 | Urumieh-Dokhtar zone | 10 | Makran (Accretionary prism) | 15 | Intrusive bodies | 20 | Sea |

Рисунок 4 – Основные структурно-геологические элементы территории Ирана: 1 – Хузестанская равнина; 2 – горы Загрос; 3 – Предзагросский краевой прогиб; 4 – Сенендедж-Серджданская зона; 5 – зона Урмия-Дохтер; 6 – горы Альборц; 7 – Центральная область; 8 – Центрально-Иранский массив; 9 – горы Копетдаг; 10 – горы Макран; 11 – Предмакранний дуговой бассейн; 12 – Восточный Иран; 13, 14 – офиолитовые образования; 15 – интрузивные породы; 16 – вулканические породы; 17 – Прикаспийский бассейн; 18 – понижение; 19 – разломы; 20 – море

С юга и запада Центрально-Иранский срединный массив ограничен складчатыми системами Загроса и Сенендедж-Сирджданской (Хамаданской) зоны. Складчатая система Загроса представляет собой миогеосинклинальный прогиб длительного развития (венд-палеоген), претерпевший складчатость и орогенез в позднем мелу и миоцене. Вдоль северо-восточной границы Загроса локализуются юрско-меловые офиолитовые образования. Сенендедж-Сирджданская зона является геосинклинальным прогибом, выполненным карбонатно-терригенными и вулканогенными сериями юры – мела. Вдоль юго-западной границы срединного массива и этих складчатых зон располагается кайнозойский вулканоплутонический пояс Урмия-Дохтер, прослеживающийся от северо-западной до юго-восточной границы Ирана более чем на 1000 км. Этот пояс сложен в основном континентальными (реже прибрежно-морскими) андезит-дацит-липаритовыми сериями с включениями гранитоидов. С востока вдоль границ Афганистана и Пакистана Центрально-Иранский срединный массив обрамляется Восточно-Иранской складчатой системой – эвгеосинклинальным прогибом, заполненным офиолитовыми и флишевыми образованиями мела – эоцена.

Сейсмичность. На территории Ирана выделяют линейно-вытянутые зоны высокой стабильной сейсмичности хребта Загрос и системы Эльбрус – Копетдаг и районы рассеянной спорадичности «внутриплитовой» сейсмичности, охватывающие остальную часть территории страны. По В.И. Уломову, горные сооружения Иран-Кавказ-Анатолийского региона, Центрального Тянь-Шаня и сопредельная с ними Скифско-Туранская плита (СТП) представляют собой единую сейсмогеодинамическую систему, обуславливающую особенности проявления сейсмичности на этой территории (рис. 5) [3].

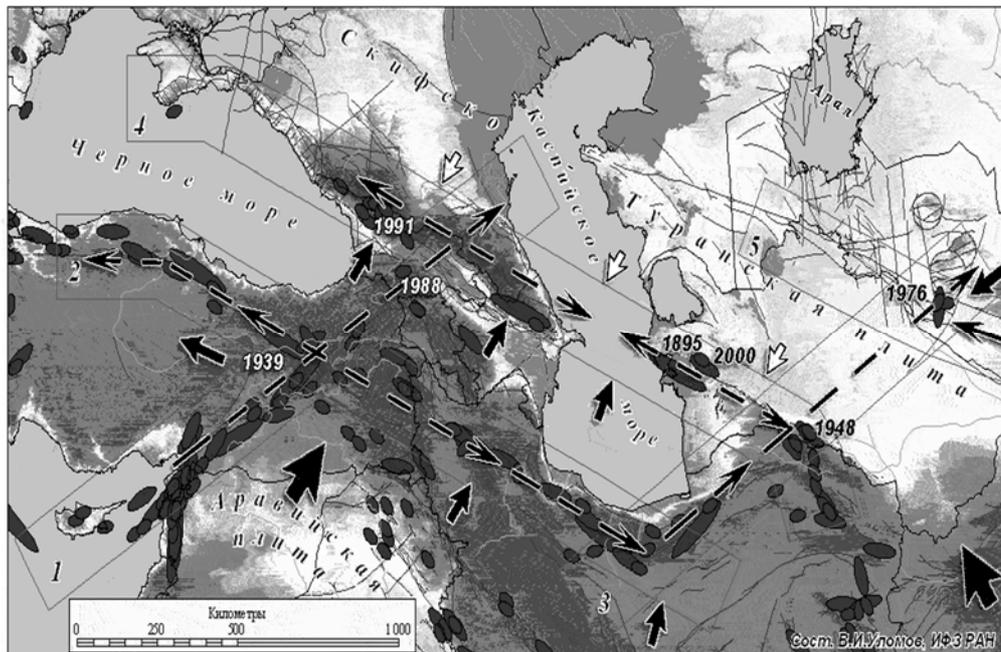


Рисунок 5 – Сейсмичность и сейсмогеодинамика Иран-Кавказ-Анатолийского региона и западного продолжения Южного Тянь-Шаня (по В.И. Уломову); здесь эллипсами обозначены очаги всех известных землетрясений, тонкими линиями околочены линеаменты, вдоль которых «выстраиваются» сейсмические очаги и развиваются миграционные сейсмогеодинамические процессы: 1 – Кипр-Кавказ, протяженность 1870 км; 2 – Анатолия-Эльбурс, 2270 км; 3 – Эльбурс-Туран, 1520 км; 4 – Крым-Копетдаг, 2500 км; 5 – Южный Тянь-Шань, 2520 км. Две крупные стрелки в нижней части карты показывают направление геодинамического давления на исследуемую территорию со стороны Аравийской и Индийской литосферных плит. Короткие черные стрелки меньшего размера отображают реакцию среды на это давление, а белые – ее «сопротивление» со стороны Скифской плиты. Протяженные пунктирные стрелки вдоль линеаментов указывают на направление миграции деформационных волн, провоцирующих возникновение очагов землетрясений [4]

Сочетание высокой сейсмичности с низким качеством построек (особенно в сельской местности) приводит к катастрофическим последствиям. Только в 20 в. при 22 сильнейших землетрясениях (9 баллов и выше) погибли 73 000 человек. В хребте Загрос сильнейшими были землетрясения в Силахоре (1909, 5500 жертв, магнитуда $M=7,3$, поверхностный разрыв длиной 40 км); в Копетдаге – Гифанское (1929, 5800 жертв, $M=7,2$, 50 км). В зонах рассеянной сейсмичности крупные землетрясения произошли в Буйин-Кара (1962, 12 200 жертв, $M=7,2$; поверхностный разрыв 100 км); в Деште-Без (1968, 12 100 жертв, $M=7,5$; 80 км) и Тебесе (1978, 20 000 жертв, $M=7,4$). Район Ардебиль – Тебриз – Зенджан известен разрушительными историческими землетрясениями. При землетрясении 1 сентября 1962 года в городе Газвина (Иран) погибло около 12 тысяч человек. При землетрясении 16 сентября 1978 г., на севере-

востоке Ирана (Табас) погибло около 25 тысяч человек. При землетрясении 20 июня 1990 г. в Северо-Западном Иране (Манджил), сила 7,3 – 7,7 баллов по шкале Рихтера, 50000 погибших. 26 декабря 2003 г. на юго-востоке Ирана, с эпицентром в городе Бам, произошло сильнейшее землетрясение магнитудой 6,5, что соответствует 9 баллам по шкале МСК-64. По последним официальным данным погибло по крайней мере 42000 человек [5]. 11 августа 2012 г. в результате двух мощных подземных толчков магнитудой 6,3 и 6,4 балла на северо-западе Иране погибло более 300 человек, пострадало около 5000 чел. разрушено 307 деревень.

Классификация грунтов Ирана с указанием скорости распространения поперечных волн в грунте приведена в табл. 1 [6].

Таблица 1 – Классификация грунтов Ирана

Тип профиля	Описание грунтов	Скорость распространения поперечных волн v_s , м/сек
I	а) Магматические породы (с грубой и тонкой текстурой), прочные осадочные породы (гнейс, кристаллические слои силикатных пород) и конгломерат;	>750
	б) Прочные грунты (плотный песок и гравий, прочные глины) толщиной более 30 м	$375 \leq v_s \leq 750$
II	а) Выветрелые магматические породы (туф); б) Прочные грунты (плотный песок и гравий, прочные глины) толщиной более 30 м	$375 \leq v_s \leq 750$
III	а) Сильновыветрелые породы; б) Грунты средней плотности	$175 \leq v_s \leq 375$
IV	а) Глинистые грунты текучепластичной и текучей консистенции	<175

На территории Ирана различают четыре сейсмических района (рис. 5), данные о которых приведены в табл. 2 [6].

Таблица 2 – Определение ускорения для сейсмических районов Ирана

Зона	Характеристика	Ускорение (a/g)
1	Очень высокий уровень относительной сейсмической опасности	0,35
2	Высокий уровень относительной сейсмической опасности	0,30
3	Средний уровень относительной сейсмической опасности	0,25
4	Низкий уровень относительной сейсмической опасности	0,20

Выводы. В статье рассмотрены геологическое строения, тектоническое расположение и сейсмические условия территории Ирана. Также поставлена цель предстоящей диссертационной работы и намечены задачи для ее решения.

Литература

1. *National database of geoscience data, www.ngdir.ir*
2. *GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN, www.GSI.IR*
3. *[www.mining enc. Ru](http://www.mining.enc.Ru)*
4. *<http://seismos-u.ifz.ru>*
5. *Большая Советская энциклопедия. Иран (статья)*
6. *Iranian buildings codes and standards.*

Надійшла до редакції 21.09.2012
© Раджабзадег Могсен, О.В. Кичаева