УДК 550.34

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ГЕОДИНАМИКА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ © 2014 В.Н. Яковлев¹, Е.М. Шумакова², Н.В. Трегуб³

¹Волжское отделение института геологии и разработки горючих ископаемых ²Институт водных проблем Российской академии наук ³Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Поступила 07.12.2013

Представлены результаты исследований сейсмической активности и геодинамики на территории Самарской области. Определены наиболее вероятные эпицентры будущих крупных землетрясений. Установлено, что на период функционирования сейсмостанции «Самарская» интенсивность местных подземных толчков составляла 1-3 балла, а количество землетрясений с каждым годом увеличивалось на 20%. Сделан вывод о том, что причиной геодинамики региона является местная магматическая ячейка.

Ключевые слова: Жигулёвский разлом, Самарская область, литосфера, геодинамика, землетрясения, зоны разуплотнения, тепловой поток.

ВВЕДЕНИЕ

Со второй половины 20-го века геологи не раз предупреждали о возможности ощутимых землетрясений на территории Средней Волги, обусловленных интенсивным техногенным воздействием. Тем более, что история Поволжья содержит сведения о землетрясениях, вызывавших заметные разрушения [1-3]. После землетрясений конца 2000 года стартовала волна геофизических исследований Самарского региона. Было установлено, что фундамент Жигулевских гор весьма не стабилен [4]. В течение 2001 г. на территории Самарской Луки проводили предварительные сейсмические исследования, в 2004 г. создана исследовательская сеть сейсмостанций. За время ее работы определены районы, подверженные наибольшей сейсмической активности. В связи с кризисом в 2008 году финансирование проекта было прекращено, в результате чего сеть сейсмостанций была свернута, и в настоящее время мониторинг сейсмоактивности в регионе не ведется.

Но актуальность мониторинга сейсмической обстановки в регионе весьма высока, поскольку, во-первых, было установлено, что количество местных землетрясений ежегодно возрастает, вовторых, в соседних регионах в последние десятилетия происходили землетрясения интенсивностью более 4 баллов, т.е. достаточно разрушительные. Так с 1985 по 2011 гг. на территории Татарстана зафиксировано около 100 толчков силой более 4 баллов [5]. В 1986 г. близ Нефтегорска Самарской области произошло 5-балльное землетрясение; в 1995 году в Димитровграде Уль-

тов качества. Так же весьма интересной остается причина, по которой многие потенциально опасные производственные объекты строились на разломах в сейсмоопасных зонах? В 50-60 гг. XX столетия в науке сформировалось убежденность о «достаточной» изученности нашей планеты, сводившееся к тому, что в настоящее время тектоническая активность утихла, и на поверхности преобладают статичность и устойчивость. На этом основании считалось, что внутри платформ сколь-нибудь значимые подвижки земной коры крайне маловероятны, а их центральные территории - асейсмичны. Такая точка зрения поддерживалась и руководством страны, поскольку давала право строить военные предприятия, химические комплексы, могильники фактически на всей территории Восточно-Европейской платформы и Сибири. Часто под давлением строительных и политических организаций, являющиеся по всем признакам активными

разломы - на картах указывались, как консолиди-

рованные, либо не вносились в схемы вообще!

Сейсмичность территорий нередко умышлено

занижалась на картах [10, 11]. В результате, столь

яновской области, зафиксировано 4-балльное

землетрясение [6]. Сейсмостанция в Оренбурге ежегодно фиксирует десятки сейсмических собы-

тий [7, 8]. Следовательно, сильные землетрясения

в нашем регионе вполне вероятны. На конферен-

ции МЧС в 2010 г. прогнозировали местоположе-

ния наиболее вероятных мест сильных землетрясений на территории Поволжья – в число потен-

циально опасных территорий вошла и Самарская

область [9]. В-третьих, даже сотрясение силой в 4

балла может нанести значительный ущерб таким

городам, как Тольятти и Самара, где многие жи-

лые и производственные здания растрескиваются

из-за отсутствия необходимого капремонта, а новостройки – построены с нарушениями стандар-

Яковлев Владимир Николаевич, главный инженер, геофизик, vyakov58@mail.ru; Шумакова Елена Михайловна, кандидат технических наук, научный сотрудник, spectr56@gmail.com; Трегуб Николай Валерьевич, аспирант, over_maze@mail.ru.

27

ответственные объекты, как ГЭС, АЭС и другие – возводили прямо на разломах! И именно на этих приуроченных к разломам территориях с 1980-ых годов происходит огромное количество «внезапных» или «загадочных» аварий.

Первые толчки к осознанию не изученности геологических процессов на платформах проявили себя в 1970-ые годы. Во время пусконаладочных работ реакторы РБМК, способные исправно функционировать лишь при отсутствии механических колебаний - систематически отключались (Курская, Ленинградская АЭС и другие). Исследование проблемы дало следующие выводы: большую часть времени мы живем в режиме «физического штиля», при котором колебания гравитационного, магнитного, электрического и прочих полей не превышают трехкратных стандартных отклонений. В этом случае АЭС функционируют нормально. Но периодически наблюдаются всплески тектонической активности: при этом интенсивность механических колебаний и физических полей возрастает в десятки и сотни раз, что либо приводит к срабатыванию средств автоматической защиты и к отключению агрегатов АЭС, либо вызывает сбои в их работе [11]. Только в середине 1980-ых годов стартовал проект по созданию карт активных разломов СССР [10], а в конце 1990-ых годов создана уточненная карта сейсмического районирования России ОСР-97, в отличие от предыдущих, отражающая близкие к реальным прогностические сведения.

ПРИЗНАКИ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

По территории региона проходят сразу 4 крупных разлома мантийного заложения [12]: Жигулевский, Сергиевский, Азово-Камский, Покрово-Шунакский, с десяток менее значимых разломов [13], а также многочисленные линеаменты [14]. По указанным разломам, как по проводникам в наш регион поступают отголоски удаленных сейсмических событий [3, 8], происходящих, например, в Альпийско-гималайском складчатом поясе, происходят и местные землетрясения. Интересно, что существование наиболее активного -Жигулевского разлома было установлено только в 1960-ых годах благодаря массовому поступлению данных нефтепоискового бурения. Хотя первое предположение о наличии разлома на севере Жигулевского вала сформулировано в 1887 г. и долгое время не разделялось исследователями [15].

При этом известно не мало фактов современной тектонической активности региона и Жигулевского разлома в частности. Например, морские акчагыльские отложения, сформировавшиеся в конце третичного периода в Жигулях расположены на высоте более 100 м над уровнем моря. Уже это указывает на то, что подъем Жигулей проис-

ходил в четвертичном периоде, и является весомым признаком геологической активности территории в наше время. Кроме того, некоторые асфальтные залежи области представляют собой пропитанные нефтью современные отложения, в которых заключены споры и пыльца современных растений. Данный факт указывает на излияние нефтей в наше время, чего не может происходить в отсутствие тектонической активности, учитывая наличие мощного глинистого слоя, не проницаемого для нефтей. В таких условиях отмечается возможность подъема нефтей по трещинам, образовавшимся в результате тектонических подвижек [16]. Косвенным признаком геологической активности региона являются и обильные источники сернистых минеральных вод в Сергиевском районе. Имея примерно одинаковую температуру и интенсивность водоотдачи в зимнее и летнее время года они явно имеют эндогенное происхождение. Имелись данные и о проявлениях сейсмической активности. Таким образом признаков геологической активности региона было достаточно много, и все они игнорировались во времена строительства Жигулевской ГЭС.

Серьезнее относиться к региональной геодинамике и сейсмичности стали после серии землетрясений, произошедших в период с 25 ноября по 6 декабря 2000 года. Подземные толчки ощущались на удалении более 1000 км от эпицентра, причем, например, в Саратове и Самаре — наиболее интенсивно они проявлялись в частях городов, находящихся вблизи тектонических разломов. Кроме того, есть повод считать, что сильное землетрясение в бассейне Каспийского моря спровоцировало относительно слабые местные подземные толчки на территории Саратовско-Самарского участка [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На территории Самарской области несколько раз проводились кратковременные исследования сейсмической активности. Сначала, в период 1963 по 1965 гг. под руководством саратовской сейсмослужбы были развернуты пункты сейсмомониторинга «Земля» и «Черепаха», выявившие более 30 местных землетрясений по всей территории области, исключая северо-восток. В 1993-1996 гг. ТОО «Научноразвернуты станции исследовательское и производственное предприятие по геоэкологии, инженерной безопасности и сейсмостойкости сооружений» (Москва), зарегистрировавшие 43 местных землетрясения на востоке области – в районе г. Отрадного, Тимашево, что обусловлено локализацией сейсмических исследований. В указанных случаях, интенсивность подземных толчков не превышали 3 баллов, а эпицентры концентрировались вблизи разрабатываемых нефтегазовых месторождений и разломов.

Таким образом, сейсмичность региона является незначительной, но весьма регулярной.

В 2000-ые годы Жигулевская ГЭС была оснащена собственной сейсмостанцией, для отслеживания вибраций, генерируемых сбрасываемыми водами. Было установлено, что разрушения новостроек в Комсомольском районе города Тольятти обусловлены колебаниями работы гидросистем ГЭС [18, 19]. Однако, во время поиска границ зоны распространения колебаний от станции, были зафиксированы слабые подземные толчки неопределенной природы на значительном удалении от ГЭС. Обладая высокой чувствительностью к колебаниям грунта она, однако, не позволяла определять эпицентры сейсмических событий. Данная сейсмостанция благополучно функционировала до 2010 г., но после смены руководства Жигулевской ГЭС временно прекратила работу.

В 2004 г. на территории Самарской Луки сотрудниками ВО ИГиРИ и ИФЗ развернута систе-

ма сейсмомониторинга из 5 станций для изучения сейсмической активности региона и предупреждения населения о возможных сильных землетрясениях. Данные об их расположении представлены на Рис. 1: GEO (Обсерватория) — 53.38575 с.ш., 49.3074 в.д., h=80 м; BHV (Бахилово) — 53.42589 с.ш., 49.68893 в.д., h=240 м; GAP (Гаврилова поляна)—53.36623 с.ш., 50.12002 в.д., h=73 м; JYG (Жигули) — 53.35482 с.ш., 49.29298 в.д., h=169 м; SHL (Шелехметь) — 53.24251 с.ш., 49.87678 в.д., h=45 м.

Установлено, что наибольшая сейсмическая активность наблюдается в районе Жигулевской ГЭС. Более того, если, в 2001 г. в этой зоне зафиксировано 9 сейсмических событий, то в 2007 – 19, в 2008 – 41, что означает ежегодный прирост сейсмических событий на 70%, в целом по Самарской области этот показатель составляет 20% в год. В табл. 1 представлены данные о некоторых местных сейсмических событиях.

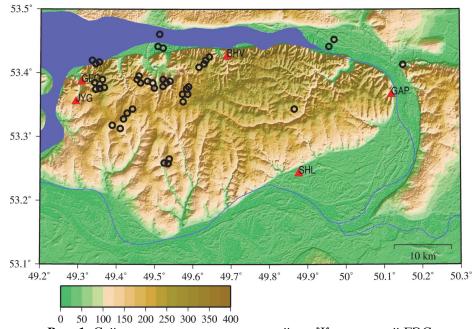


Рис. 1. Сейсмическая активность в районе Жигулевской ГЭС: черные кружки – очаги сейсмоактивности; треугольники – сейсмические станции.

Таблица 1. Примеры некоторых сейсмических событий

Год	Месяц	День	Ч	M	сек	Координаты		Глубина, км	Магнитуда
2004	8	17	03	24	11	53.36	49.58	11	1.7
2004	11	09	19	06	52	53.38	49.45	15	2.2
2005	10	27	12	17	06	53.38	49.36	10	1.8
2006	5	16	07	43	17	53.33	49.42	7	1.7
2007	7	06	13	14	22	53.26	49.16	10	2.6
2007	4	20	20	47	07	53.42	50.15	12	1.5
2008	5	08	4	11	17	53.39	49.37	5	2.9
2008	7	22	13	02	53	53.47	49.97	10	2.0

В засушливом 2010 г. наблюдалось аномально высокое содержание радона на участках вблизи разломов. Возможно, причина этого явления – перегрев и растрескивание почвы, облегчающие выход газов. Но возможно повышение выхода

радона – результат активизации геодинамических процессов и связанной с ними сейсмической активности.

Составлена схема новейших движений земной коры на территории Самарской области на осно-

вании карты современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы [20] и отчета по НИР [21], представленная на Рис. 2. Территория Самарского региона содержит большое количество линеаментов (в т.ч. в районы Отрадного, Нефтегорска, Чапаевска и пр.), вблизи которых сосредоточены эпицентры многих землетрясений. Большая часть Самарской области испытывает погружения со скоростями от -2 до -6 мм/год. Причем наибольшую скорость погружения испытывает территория, протянувшаяся вдоль меридиана от Тольятти на север. Вблизи Тольятти сосредоточены сразу 3 участка с разными скоростями погружения (-6, -4 и -2 мм/г). Часть Самары вдоль берега Волги погружается со скоростью -2

мм/г, часть города, расположенная вдоль реки Самарки — со скоростью -4 мм/г. Территория парка Самарская Лука содержит участок вдоль берега Волги, погружающийся со скоростью -2 мм/год, центральная часть Самарской Луки не испытывает погружения. Узкий участок территории, вытянувшийся вдоль берега Волги со стороны Жигулевска, приподнимается со скоростью 2 мм/год. В районе Тольятти вдоль берега Волги наблюдается надвиг аллохтонной плиты по Жигулевскому разлому. Так же наблюдается надвиг, проходящий по территории Самары, пересекающий Волгу и продолжающийся на противоположном берегу в районе сёл Новинки до населённого пункта Кольцово.

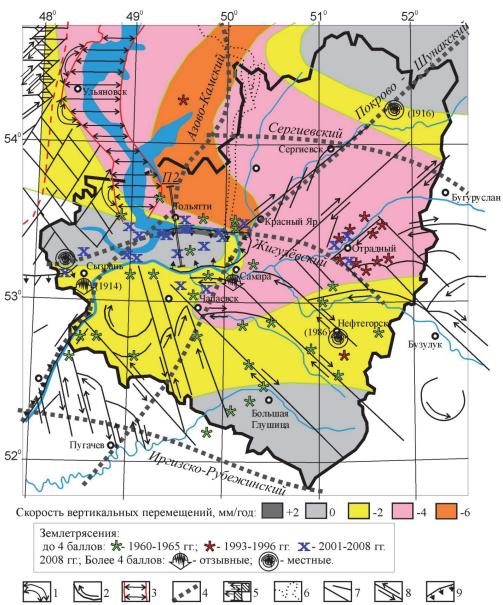


Рис. 2. Схема геодинамических процессов Самарской области и прилегающих территорий с указанием эпицентров сейсмических событий

^{1 —} сегментообразные искривления береговых линий под влиянием регионального напряжения; 2 — вихревые структуры, образованные при смещении блоков по сдвиговым зонам; 3 — зона позднеплейстоценового растяжения; 4 — разломы мантийного заложения; 5 — зоны раздвигания коры со сдвигом по линеаментам; 6 — положения неогеновой палеодолины Волги (Камы); 7 — линеаменты; 8 — линеаменты с указанием направления движения; 9 — границы аллохтонной плиты. <u>П2</u>-Профиль 2 — с. Кармалы - с. Н.Санчелеево.

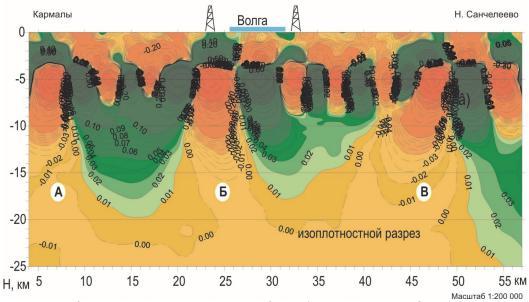


Рис. 3. Изоплотностный разрез по профилю Кармалы – Нижнее Санчелеево: А – Южно-Жигулевский разлом; Б – Северо-Жигулевский; В – Тольяттинский разлом.

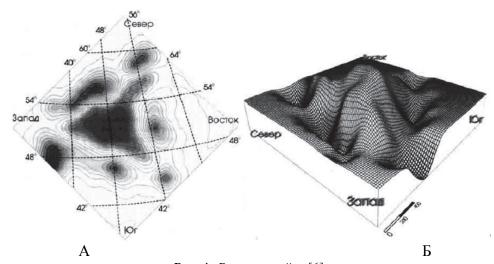


Рис. 4. Русская ячейка [6].

А: Распределение температуры по кровле слоя (подошва литосферы), показывающее возможную конфигурацию течений в мантии. Расчет проведен по данным теплового потока. Показаны значения параметра t (от -5 до +5), где $T(^{\circ}C)=1400+100t$.

Б: Трехмерное изображение структуры конвективных течений в мантии, рассчитанных по тепловому потоку Русской ячейки.

Интересно, что разрывы трубопроводов, ставшие причиной провалов примерно 30 машин в 2011-2013 гг. в Самаре сконцентрированы вблизи линии смены скоростей погружения. Возможно, причиной провалов в дополнение несвоевременной замене труб является их деформация под действием растягивающих напряжений, обусловленных опусканием одного участка территории относительно другого. По данным работы [22] существует связь между геодинамикой городских территорий и участками разрывов труб по причине перелома. О причинах прорывов труб, сопровождавшихся провалами машин, и расположении разломов на территории Самары фактически нет данных. Однако проведение таких исследований, а так же мониторинга геодинамических процессов на территории региона позволило бы прогнозировать наиболее вероятные места аварий.

В результате исследований астеносферы методом гравиметрии на территории Самарской Луки было обнаружено, что вдоль центрального Жигулевского и других разломов наблюдаются восходящие с глубин 20-25 км и до 4-6 км от поверхности зоны разуплотнения. Причем наибольшее разуплотнение имеет место в гранитном слое в диапазоне глубин от 4-5 до 12-14 км. Похожие данные показывает и сейсмозондирование [23]. Изоплотностный разрез по профилю с. Кармалы – Нижнее Санчелеево представлен на Рис. 3. Верхние слои представлены осадочными породами, поэтому являются менее плотными. Однако, разуплотнение на глубинах более 5-7 км в гранит-

ном, диоритовом и базальтовых слоях является аномальным, и не объяснимо одной лишь дилатансией [24]. Даже выделяющиеся вдоль указанных разломов глубинные газы (радон, гелий, метан, и др.) в сочетании с дилатансией - не способны обеспечить столь значительное разуплотнение на указанных глубинах. Ответ был найден в работе Христофорой Н.Н. [25]. Оказалось, что под центральной частью Восточно-Европейской платформы, преимущественно на территории Среднего Поволжья располагается «тепловая ячейка», соответствующая конвективной ячейке в мантии (Рис. 4,А). Тепловой поток (q) в пределах ячейки меняется от 29 до 74 м $Bт/m^2$, средний поток равен 54 мВт/м². Длина ячейки составляет около 750 км, ширина – 600 км. Особенностью ячейки является изолированность каждого минимума - не наблюдается единой низкотемпературной аномалии валикового типа, которая окружала бы зону высоких q (Рис. 4,Б). Земная кора над ячейкой содержит как дислокации, прогибы, так и поднятия, при этом не наблюдается территориального соответствия между интенсивностью теплового потока, структурами рельефа. В области максимума выделяются три «языка» причудливой формы, свидетельствующие о разветвлении потока. Его размер г ~ 300 км. Средняя толщина конвективного слоя, определяемая величиной R, равна 625 км, а глубина нижней ячейки около 700 км соответственно [6, 25].

Наличие конвективной ячейки в мантии обуславливает современный геодинамический режим, внутриплитные деформации территорий в центральной части Русской платформы. Восходящие потоки магмы просачиваются в разломы и нагревают заполняющие их раздробленные породы, помимо этого, насыщая их газами. Таким образом, территории вблизи Жигулевского и других разломов мантийного заложения являются крайне неустойчивыми. В случае усиления температурного режима Русской ячейки произойдет ускорение геодинамических процессов и связанной с ними сейсмичности, что ставит под угрозу размещенные на разломах потенциально опасные предприятия, такие как Балаковская АЭС в Саратовской области; НИИ атомных реакторов и могильник ядерных отходов Ульяновской области, Жигулевская ГЭС.

ЖИГУЛЕВСКИЙ РАЗЛОМ И ОПАСНОСТЬ КРУПНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Чем большее количество слоев различных пород составляют земную кору, чем больше неоднородностей в литосфере, в том числе очагов пониженной плотности — тем меньше устойчивость земной коры [6, 26]. В связи с этим вызывает беспокойство возрастающая сейсмическая активность в районе Жигулевского разлома — продолжающего тектоническое развитие взбросанадвига, ложем которого является граница Мохо-

ровичича [23]. Сочетание собственной активности, неустойчивости верхних слоев литосферы и высокой техногенной нагрузки может вызвать высвобождение энергии в виде подземных толчков, превышающих прогнозируемые уровни интенсивности [7]. Рассмотрим сведения о кинематике Жигулевского разлома. Согласно представленным в статье Коппа [15] данным, современная структура Жигулевского вала образовалась при субмеридиональном сжатии платформенного фундамента, наиболее интенсивном в районе Сызрани. Отмечу, что здесь отмечена повышенная сейсмичность. Сжатие результировало в латеральном выжимании Жигулевского блока к востоку и юго-востоку (с некоторым вращением по часовой стрелке), в сторону Прикаспийской впадины. Дугообразный Жигулевский разлом почти на всем своем протяжении является левым взбрососдвигом, аппроксимировавшим поворот одноименного блока. Поперек сместителя везде устанавливается сжатие, однако настоящие надвиговые трещины, параллельные разлому, редки, и, судя по наклону трещин, последний субвертикален [15] вблизи поверхности, но, по данным сейсморазведки, имеет листрическую форму – т.е. выполаживается на больших глубинах [23]. Смещавшийся к востоку Жигулевский блок на западе испытал субширотное растяжение, а на востоке слабое субширотное сжатие [15].

Из представленного материала становится понятным, что в зоне формирования Жигулевского вала действуют значительные сжимающие напряжения, имеют место активные геодинамические процессы. И, внешнее сейсмическое воздействие может послужить «пусковым крючком» для высвобождения огромной энергии в форме землетрясений. В этом случае наибольшее беспокойство вызывает техническое состояние Жигулевской гидроэлектростанции, через которую в среднем проходит более 240 км³ воды в год. Бетонная водосливная плотина протяженностью около 1 км расположена на левобережье поймы Волги на аллювиальных отложениях. Максимальный статический напор на платину – 30 м [18].

Станция размещена на мягких грунтах - глинах и песках, при этом берег Волги, на котором расположен Жигулевск и часть станции поднимается на 2 мм/год, противоположный берег, а вместе с ним – основная часть плотины – опускаются со скоростью 2-4 мм/год. Уже этот перекос в сочетании с интенсивной вибрационной нагрузкой, обусловленной работой гидроагрегатов и выявленной в работе [4] неустойчивостью грунтов, со временем может вызвать образование трещин в корпусе станции. Поэтому существует необходимость постоянного наблюдения за состоянием плотины, особенно в период паводков. Резкое изменение интенсивности вибраций, особенно возникновение резонансов на нехарактерных частотах, могут быть признаком формирования трещин в корпусе ГЭС, либо неисправности одного или нескольких гидроагрегатов. Простейшим способом выявления признаков возможной скорой аварии является периодический осмотр помещений электростанции и мониторинг вибрационного фона вблизи нее.

В настоящее время в открытых источниках нет информации о техническом состоянии ГЭС, в публикациях представлены лишь материалы об устранении незначительных деформаций, и описывающие общую надежность станции, не предоставляя подробных сведений [27, 28]. Однако, осознающие серьезность пусть и маловероятной ситуации, связанной с образованием бреши в корпусе Жигулевской ГЭС, сотрудники Балаковской АЭС разрабатывают средства защиты своей электростанции от наводнений [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований, установлено, что в регионе наблюдается регулярная, но слабоинтенсивная сейсмическая активность. Интенсивность подземных толчков составляет 1 – 3 балла. Наибольшей сейсмичностью обладают территории вблизи населенных пунктов Жигулевск, Бахилова Поляна, Усолье, Тольятти. Чаще всего сейсмические события происходят вдоль Жигулевского разлома, а так же на территориях, вблизи которых ведется добыча нефти и газа. Обнаружены восходящие очаги разуплотнения в структуре разломов. Наиболее вероятной причиной их образования является перегрев гранитных пород глубинным жаром, связанным с местной обширной тепловой аномалией - Русской ячейкой, представляющей собой конвективный поток в мантии. Сведений о динамике разуплотненных пород нет. Сделан вывод о том, что расположенная на одном из очагов разуплотнения и краях разлома Жигулевская ГЭС находится в потенциально опасной зоне, и необходимо тщательно следить за ее техническим состоянием. Установлено, что Самара и Тольятти находятся вблизи зон смены скоростей погружения. Выдвинуто предположение о том, что концентрация аварийных случаев на трубопроводах, сопровождающихся провалом автомобилей под асфальт вдоль берега Волги обусловлена переломом труб в результате геодинамических процессов. Перечисленные выше факты говорят об острой необходимости наблюдения за сейсмической обстановкой в регионе, а так же геодинамическими процессами на территории Самарской области.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность заместителю гендиректора ОАО ИГиРГИ, д.г-м. н., профессору Трофимову Владимиру Алексеевичу и к.б.н., проректору по научной работе ГБОУ ВПО СГОА им. Наяновой, руководителю движения «Самарская Зеленая Лига» — Симаку Сергею

Владимировичу за помощь в написании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Москва, Наука, 1977. 535 с.
- Землетрясения в СССР в 1962-1991 гг. Москва, Наука, 1963-1997.
- 3. Землетрясения Северной Евразии в 1992-1998 гг. Москва, Наука, 1997–2005.
- 4. Антонов Ю.В., Яковлев Н.М., Жаворонкин В.И., Слюсарев С.В., Чирков В.Н. Результаты интерпретации измерений вертикального градиента силы тяжести при оценке инженерно-геологического состояния плотины Куйбышевской ГЭС. Вестник Воронежского государственного университета. Геология. 2002 г. №1, С. 228-234.
- 5. Ращеев Р.А., Бахтиаров В.Ф., Загретдинов Р.В. и др. Геодинамические исследования в регионе Поволжья по данным ГНСС-измерений/ Казань: Ученые записки Казанского Университета: Естественные науки. Т. 154. Кн. 1, 2012 г. С.207-213.
- 6. Адушкин В.В., Айзберг Р.Е., Аронов А.Г. и др. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы/ [Подред. Шарова Н.В., Маловичко А.А., Щукина Ю.К.].В 2 Т.: Т.1. Землетрясения. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 381.
- 7. Еремен М.Н., Карпюк М.С., Нестеренко Ю.М. Мониторинг и прогнозирование сейсми-ческой активности в Оренбуржской области. Безопасность в техносфере. 2010. №3. С.19-21.
- Нестеренко Ю.М. Проблемы геодинамической безопасности при эксплуатации месторождений углеводородов. Литосфера. 2012, №2. С. 173-177.
- 9. Горшков А.И. Соловьев А.А. Распознание сейсмоопасных мест в Приволжской части Русской платформы. В сборнике: Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций XV международная научно-практическая конференция. Материалы конференции. 18-20 мая 2010 года, Москва, Россия. МЧС России, 2010; ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010. Москва, 2010. С. 185-194.
- Пущаровский Ю.М., Трифонов В.Г. Геологотектонические критерии сейсмичности. Известия РАН. Экспертиза научно-технических решений. 1990 г. 3-4. С. 22-29.
- 11. Яницкий И.Н. Новое в науках о Земле. Русское физическое общество, М., 1997.
- 12. Карта активных разломов СССР и сопредельных территорий. М 1:8 млн. Объяснит. Записка / Под редакцией В.Г.Трифонова. М.:ГИН, 1987. 48 с.
- 13. *Лозин Е.В.* Глубинное строение и нефтегазоносность Волго-Уральской области и смежных территорий. Литосфера. 2002, №3. С.46-68.
- 14. Ваняшин В.Н. Результаты линеаментного дешифрирования района сочленения Сок-ской седловины, северного прогиба Бузулукской впадины и северовосточного склона Жигулевско-Пугачевского свода. Геологические, геофизические и аэрокосмические мето-ды поисков залежей углеводородов. Сборник научных трудов. М.: ИГиРГИ, 1988, С. 4-7.
- Копп М.Л., Тверитинова Т.Ю. Кинематика Жигулевского новейшего разлома. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 1999 г., Т.74. Вып. 5. С. 18-29.
- 16. *Аширов К.Б., Боргест Т.М., Карелов А.Л.* Обоснование причин многократной восполняемости запасов нефти и газа на разрабатываемых месторождениях Самар-

- ской области. Известия Сам НЦ РАН. 2000 г. №1, Т.2. С.166-173.
- 17. Огаджанов В.А. О проявлениях сейсмичности в Поволжском регионе после сильных землетрясений в бассейне Каспийского моря. Физика Земли, 2002, №4, с 48-54.
- 18. Симак С.В., Шумакова Е.М. Гидрологические аспекты безопасности Жигулевской ГЭС и примыкающих к ней территорий/ Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1-9. С. 2255-2260.
- 19. *Шумакова Е.М., Котляков А.В., Шумаков Г.В.* Влияние вибраций жигулевского гидроузла на грунты прилегающих к нему территорий г. Тольятти / Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 3. С. 313-317.
- Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы / М. 1:10000 000 и 1:2 500 000. М.: ГУГК при СМ СССР, 1971. – 18 с.
- 21. Яковлев Н.М., Коноваленко С.С., Кипаева Е.А., Юрков А.В. и др. Оценка современных геодинамических процессов на территории Самарской области для размещения объектов сейсмического мониторинга. Отчет по теме №0839-98 / Самара: ВО ИГиРГИ, 1998 г.
- 22. Гуляев А.Н., Осипова А.Ю. Неблагоприятные факторы, действующие со стороны активного слоя земной коры на инженерные сооружения Екатеринбурга. Архитектон: известия вузов. 2012. № 38. С. 179-198.

- 23. Трофимов В.А., Романов Ю.А., Хромов В.Т. Некоторые результаты глубинных сейсмических исследований / Нефтегазовая геология, освоение ресурсов и запасов углеводов // М.: ИГиРГИ, 2004 г., С.197-217.
- 24. Михалюк А.В., Войтенко Ю.И. Дилатансионный механизм генезиса трещиноватости породных массивов / Збірник наукових праць УкрДГРІ. № 4/2011, стр. 50-67.
- 25. *Христофорова Н.Н.* Конвективные ячейки в мантии и тепловой поток. Георесурсы, 2001, №1(5). С.20-27.
- 26. Огаджанов А.В. Физико-геологические модели сейсмогенерирующих неоднород-ностей земной коры Среднего и Нижнего Поволжья. Диссертация на соискание уч. степени к.г-м.н. /Саратов. Изд-во СГУ. 2006 г. 110 с.
- 27. Холопов И.С., Зубков В.А., Хуртин В.А. Обследование технического состояния элементов конструкции перекрытия машинного зала Жигулевской ГЭС. Приволжский научный журнал. 2012. № 3. С. 60-64.
- 28. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулевской ГЭС. Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21-27.
- 29. *Кузнецов Г.П.* Способ создания условий для предотвращения затопления территории Балаковской атомной электростанции / Патент РФ: RU 2475588, опубл. 20.02.2013.

SEISMIC ACTIVITY AND GEODYNAMICS OF SAMARA REGION

© 2014 V.N. Yakovlev, E.M. Shumakova, N.V. Tregub

¹Volga branch of the Institute of geology and exploitation of fossil fuels
²I Institute of water problems of the RAS
³Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolev (national research university)

In this article the results of seismic activity and geodynamics research data of Samara region has been presented. The most probable epicenters of future large earthquakes are defined. It is established that in the period of investigation researches in «Samara» seismic station magnitude local tremors was 1-3 grade and the number of earthquakes increased by 20% from year to year. The conclusion that is drawn the local magmatic cell is the reason of geodynamics of the region.

Key words: Zhigulevsk break, Samara region, lithosphere, geodynamics, earthquakes, razuplotneniye zones, thermal stream

Yakovlev Vladimir Nikolaevich, geophysicist, chief engineer, vyakov58@mail.ru; Shumakova Elena Mikhailovna, Candidate of Technical Science, Scientific Collaborator, spectr56@gmail.com; Tregub Nikolay Valerievich, post-graduate student, over maze@mail.ru.