

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2024 Vol. 1  
ISSN: 2181-2438



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state  
transport university



**JOURNAL OF TRANSPORT**

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**ISSN 2181-2438**

**VOLUME 1, ISSUE 1**

**MARCH, 2024**



[journals.tstu.uz](http://journals.tstu.uz)

# **TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

## **JOURNAL OF TRANSPORT**

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 1, ISSUE 1 MARCH, 2024

**EDITOR-IN-CHIEF**

**SAID S. SHAUMAROV**

*Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University*

**Deputy Chief Editor**

**Miraziz M. Talipov**

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University*

---

Founder of the scientific and technical journal “Journal of Transport” – Tashkent State Transport University, 100167, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Temiryo‘lchilar str., 1, office: 465, tel. +998977189944; e-mail: publication@tstu.uz.

The “Journal of Transport” publishes the most significant results of scientific and applied research carried out in universities of transport profile, as well as other higher educational institutions, research institutes, and centers of the Republic of Uzbekistan and foreign countries.

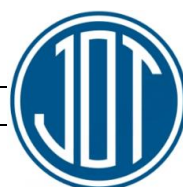
The journal is published 4 times a year and contains publications in the following main areas:

- Business and Management;
- Economics of Transport;
- Organization of the Transportation Process and Transport Logistics;
- Rolling Stock and Train Traction;
- Infrastructure;
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields;
- Technology and Organization of Construction, Management Problems;
- Water Supply, Sewerage, Construction Systems for Water Protection;
- Technosphere Safety;
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications, Electrical Engineering;
- Materials Science and Technology of New Materials;
- Technological Machines and Equipment;
- Geodesy and Geoinformatics;
- Car Service;
- Information Technology and Information Security;
- Air Traffic Control;
- Aircraft Maintenance;
- Traffic Organization;
- Operation of Railways and Roads;

---

Tashkent State Transport University had the opportunity to publish the scientific-technical and scientific innovation publication “Journal of Transport” based on the Certificate No. 1150 of the Information and Mass Communications Agency under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Articles in the journal are published in Uzbek, Russian and English languages.

<b><i>F.E. Abdukadirov, T.M. Khasanov</i></b> <i>Basic requirements for road passengers and function parameters .....</i>	<b><i>9</i></b>
<b><i>U.T. Berdiyev, U.B. Sulaymonov, N.R. Amanlikova</i></b> <i>Energy-efficient composite materials for electrical engineering.....</i>	<b><i>13</i></b>
<b><i>A.P. Akhmedov, S.B. Khudoyberganov</i></b> <i>Reuse of wastewater in urban conditions for technical purposes .....</i>	<b><i>17</i></b>
<b><i>M.X. Miralimov, Sh.U. Normurodov, B.F. Anvarov</i></b> <i>Investigation of tunnel seismic resistance according to various loading schemes of the theory of seismic resistance of underground structures .....</i>	<b><i>21</i></b>
<b><i>D.I. Ilesaliev, F.K. Azimov, J.A. Shihnazarov</i></b> <i>Technical and economic indicators of grain cargo transportation in wagons and container-platform.....</i>	<b><i>31</i></b>
<b><i>S.A. Uktamov, G.D. Talipova</i></b> <i>Main approaches to strategic planning of the activities of a higher educational institution .....</i>	<b><i>34</i></b>



## Investigation of tunnel seismic resistance according to various loading schemes of the theory of seismic resistance of underground structures

M.X. Miralimov<sup>1</sup><sup>a</sup>, Sh.U. Normurodov<sup>1</sup><sup>b</sup>, B.F. Anvarov<sup>1</sup><sup>c</sup>

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** The article considers the study of the seismic resistance of tunnels according to various loading scheme of the theory of seismic resistance of underground structures. The problems of seismic resistance of underground structures are presented theoretically and experimentally. The problems of assessing the seismic impact on underground structures, in particular tunnels, are among the most difficult problems. Currently, several theories have been developed based on calculation schemes, which can assess the stress-strain state of underground structures, in particular shallow and deep tunnels. To carry out the calculation as a real lining of the subway tunnel. The tunnel is being built by an open method of work in dry loess soils. The geometric and physical characteristics of the structure and the soil are also given here. The mathematical apparatus and software package developed by the author currently allows for this kind of research.

**Keywords:** shallow and deep tunnel laying, seismic resistance, spectral theory, quasi-static theory, dynamic theory, underground structures, finite element, vibrations

## Исследование сейсмостойкости тоннеля по различным схемам нагружения теории сейсмостойкости подземных сооружений

Миралимов М.Х. <sup>1</sup><sup>a</sup>, Нормуродов Ш.У. <sup>1</sup><sup>b</sup>, Анваров Б.Ф. <sup>1</sup><sup>c</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В статье рассмотрено исследование сейсмостойкости тоннелей по различным схема нагружения теории сейсмостойкости подземных сооружений. Задачи сейсмостойкости подземных сооружений представлены теоретически и экспериментально. Проблемы оценки сейсмического воздействия на подземные сооружения, в частности на тоннели, относятся к числу сложнейших проблем. В настоящее время разработаны несколько теорий по расчетным схемам, которых, могут оцениваться напряженно-деформированное состояние подземных сооружений в частности тоннелей мелкого и глубокого заложения. Для проведения расчета в качестве реального обделка тоннеля метрополитена. Тоннель строится открытым способом работ в сухих лессовых грунтах. Здесь приведены также, геометрические и физические характеристики сооружения и грунта. Разработанная автором математический аппарат и программный комплекс в настоящее время позволяет провести такого рода исследования.

**Ключевые слова:** мелкие и глубокие заложения тоннеля, сейсмостойкость, спектральная теория, квазистатическая теория, динамическая теория, подземных сооружения, конечно-элемент, колебания


### 1. Введение

В настоящее время широко развивается строительство подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях: в массивах, подверженных действию тектонических сил, в районах вечной мерзлоты, в сейсмически активных районах.

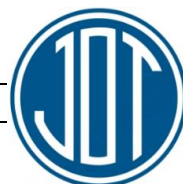
При проектировании и строительстве сооружений в сложных условиях необходимо обеспечить достаточную прочность, надежность и долговечность подземных конструкций. В связи с этим большое

значение приобретают вопросы расчета крепи подземных сооружений с учетом действия специфических видов нагрузок: сейсмических воздействий, возникающих при землетрясениях, тектонических составляющих горного давления, вызываемых существенным отличием начального напряженного состояния массива от создаваемого весом вышележащих пород как по величинам напряжений, так и по направлениям их главных осей, сил морозного пучения и др.

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9552-5384>

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0009-0002-0778-4488>





Проблемы оценки сейсмического воздействия на подземные сооружения, в частности на тоннели, относятся к числу сложнейших проблем. Несмотря на это за последние 35 лет в теории сейсмостойкого строительства достигнуты определенные успехи [1-10].

Здесь исследование вопросов сейсмостойкости подземных сооружений ведутся, так теоретически, так и экспериментальными методами. В настоящее время не существует единого подхода к расчету таких сооружений на сейсмостойкость при землетрясениях.

## 2. Методология

На сегодняшний день разработаны несколько теорий по расчетным схемам, которых, могут оцениваться напряженно-деформированное состояние подземных сооружений, в частности, тоннелей мелкого и глубокого заложения:

### 2.1 Спектральная теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, инерционное сейсмическое давление на сооружение определяется от собственного веса самого сооружения и веса взаимодействующего некоторого слоя грунта. При этом сейсмические силы от грунта вычисляются через нормативные давления грунта произведением на понижающий коэффициент, учитывающий сейсмичность района строительства [11]. А сейсмические силы, возникающие от веса конструкции определяются согласно спектральному методу расчета, которые заложены в нормах [12]. Достоинством этой теории является, то, что при длинноволновом сейсмическом воздействии предлагается упрощенная схема вычисления сейсмической нагрузки и учет динамических характеристик самого сооружения в зависимости от ее формы колебания. Недостатком является, что расчет производится в предположении их статического действия, и вычисляемые нагрузки прикладываются статически к сооружению. Важным недостатком является неопределенность той присоединенной массы, которая участвует в расчете сооружения, взаимодействующего с грунтом. В настоящее время окончательно не разработаны методики расчета тоннелей связанные учетом решения проблемы собственных значений [13].

### 2.2 Квазистатическая теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, сейсмические волны отличаются большой длиной, существенно превышающей размеры поперечных сечений тоннелей, вследствие чего задача расчета подземных сооружений на сейсмостойкость сводится к решению квазистатических задач применительно к сейсмическим волнам, приложенных на бесконечности [15, 16]. Нагрузки на сооружения определяются через жесткостные характеристики окружающего тоннель породного массива грунта.

Достоинством этой теории является, как и в первом, упрощенная схема вычисления сейсмической нагрузки на сооружение. Недостатком является невозможность распространения расчетных схем для произвольных очертаний тоннельных конструкций и не учет инерционных свойств самого сооружения.

### 2.3 Динамическая теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, расчет тоннельной обделки может производиться по сейсродинамической теории подземных сооружений [9, 10] и по теории волновой динамики [17, 19]. В первом случае расчет основан в прямых динамических методов расчета, заключающееся в исследовании колебаний элементов обделки, взаимодействующих с грунтом и составлении дифференциальных уравнений колебания тоннельного сооружения, а во втором с учетом дифракции упругих сейсмических волн, учитывающих многократных преломлений и отражений на отверстиях образованными тоннельными сооружениями [19].

Достоинством динамической теории по сравнению двум первым является учет в расчетах действительных колебательных стационарных и волновых нестационарных процессов в грунте и в сооружении и изменение получаемых внешних и внутренних усилий во времени.

Из анализа и рассмотрения соответствующих документов по особому сейсмическому воздействию подземных сооружений авторами [20] выделены имеющиеся основные зависимости для вычисления сейсмической нагрузки и предложена методика сейсмического расчета.

## 3. Результаты

Для проведения расчета в качестве реального объекта исследования взято целносекционная обделка тоннеля метрополитена [9], которая приведена на рис.1. Тоннель строится открытым способом работ в сухих лессовых грунтах. Здесь приведены также, геометрические и физические характеристики сооружения и грунта.

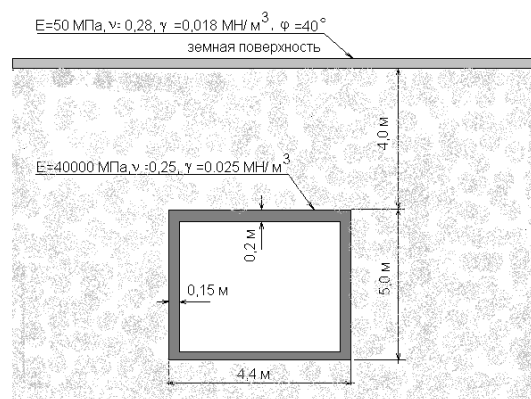


Рис. 1. Обделка тоннеля мелкого заложения в грунте.

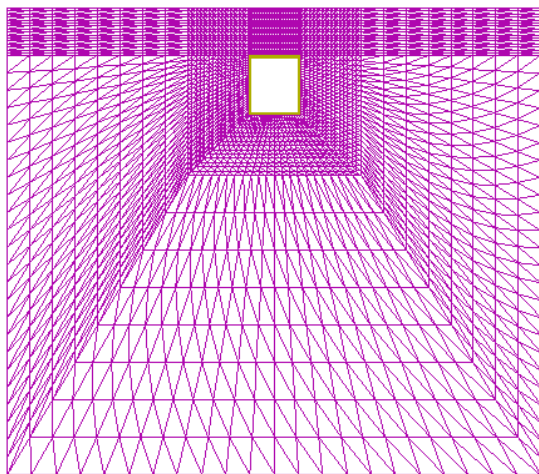


Рис. 2. Конечно-элементная расчетная схема области.

Конечно-элементная схема для конкретной области грунта с имеющимся тоннелем приведена на рис.2. При решении динамической задачи с конечной областью важным фактором является выбор расчетной области (грунтовой). Для нахождения этой области будем постепенно увеличивать расстояние на длину обделки -  $L=4,4\text{м}$ , по глубине и боковым частям тоннельной обделки с определением основного тона частот собственных колебаний системы, как с обделкой, так и без нее.

При этом в расчетной схеме боковые и нижние части области закрепим, а верхнюю часть оставим свободной от нагрузок. Как и показали расчеты, что через определенного расстояния, с  $3,2L$  частоты для двух случаев совпали, т.е., влияние конструкции обделки на частоту собственных колебаний всей системы почти исчезли. Полученные зависимости для этого случая приведены на рис.3, с разницей частот в процентных отношениях на расстояниях  $1L$ ,  $2L$ ,  $3L$  и  $4L$ .

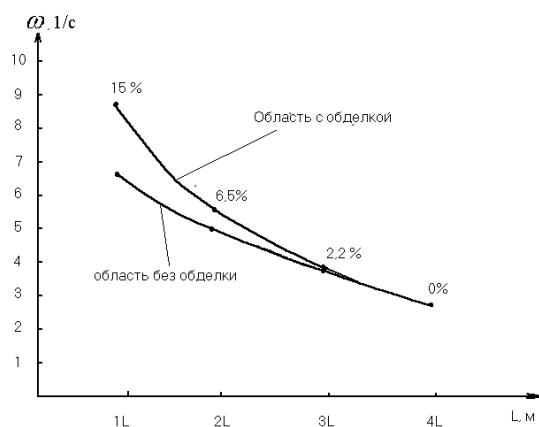


Рис. 3. Зависимость размера области от частот ее колебаний

С запасом для окончательного размера расчетной области принята квадратная область размером  $4L \times 4L$ . При расчете по схемам нагружения длинноволновой квазистатической теории Ш.Г. Напетваридзе, А.В. Рухадзе и Н.С. Булычева [5, 7], исходя из грунтовых

условий принять коэффициент отпора с нижней и боковой части тоннеля равной  $1,5 \text{ кПа/м}$  (рис.4). Для расчета по динамической теории сейсмостойкости подземных сооружений принять сейсмическая нагрузка в виде синусоидальной волны различной длины: в первом случае короткой с периодом  $T=0,05 \text{ сек}$ , т.е., оно сопоставимо с размерами сооружения, а во втором намного превышающей размеры сооружения с периодом  $T=0,5 \text{ сек}$ . Во всех схемах нагруженные считается, что сейсмическая нагрузка воздействует в горизонтальном направлении.

Сейсмичность района считается 9-ти балльной, поэтому при динамических расчетах на сейсмический импульс ускорения грунта считается равной  $4\text{м/с}^2$ . При расчете по схеме теории волновой динамики на боковые и нижние части области вставлены условия излучения волн в бесконечность [21, 22] по Лисмеру Ф.

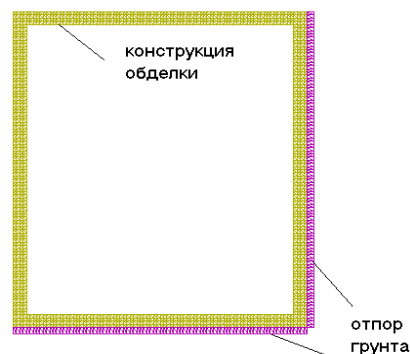


Рис. 4. Расчетная схема для расчета по статической теории сейсмостойкости подземных сооружений

На рис.5 приведены деформирования конструкции с учетом упругого отпора породы (здесь приведены только перемещения по максимальным их значениям). Из рисунков видно, что максимальные перемещения получаются при использовании расчетной формулы, предложенной Булычевым Н.С. На рис.6 приведены деформирование конструкции в системе «обделка – грунт» т.е., с учетом грунта по зависимостям сейсмодинамической теории, спектральной теории и волновой динамики.

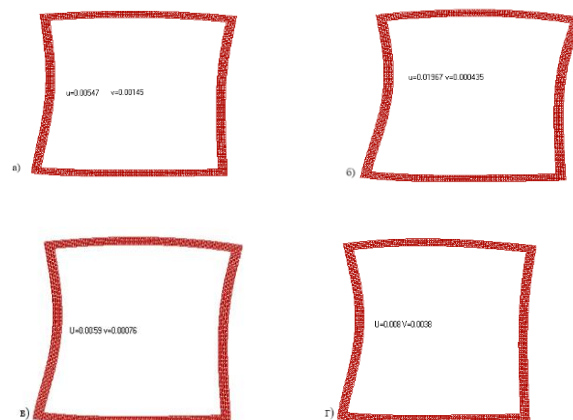
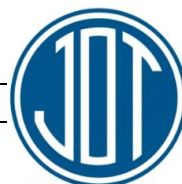


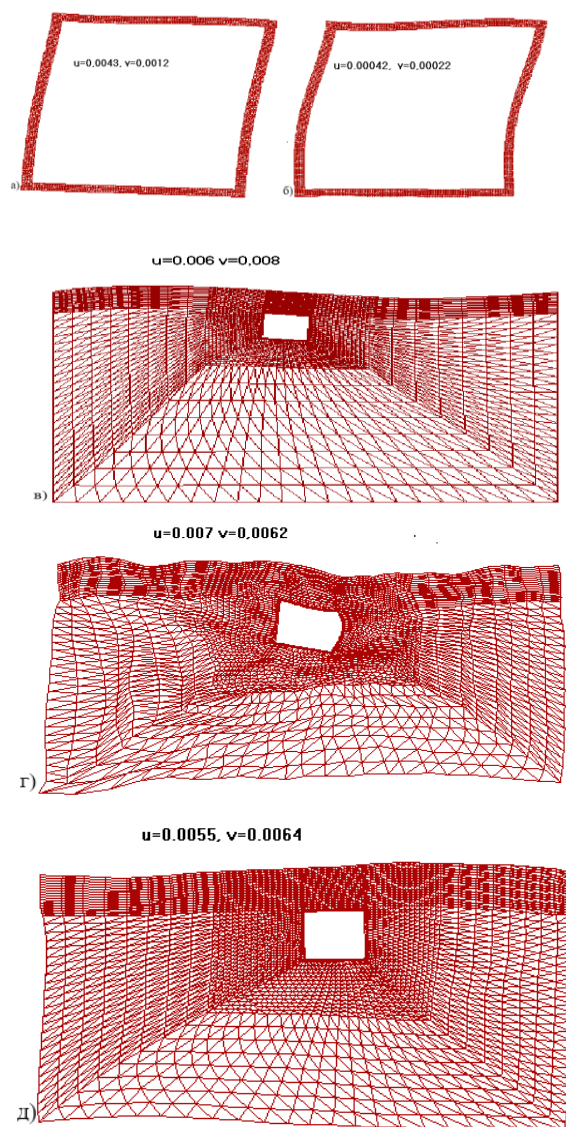
Рис. 5. Деформирование конструкции обделки по схемам нагружения:

а) Напетваридзе Ш.Г., б) Булычева Н.С.,  
в) Спектральной теории, г) Рухадзе А.В.



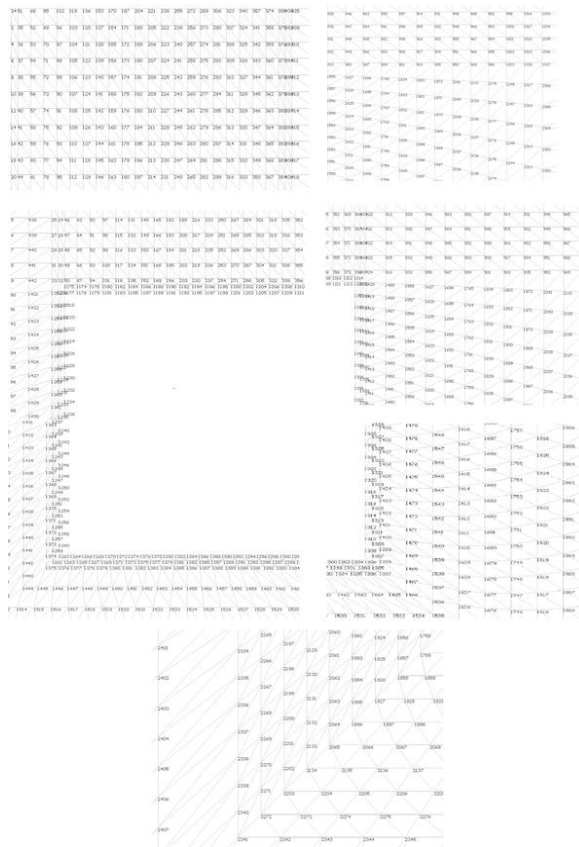
(максимальные перемещения указаны в метрах, где  $u$ -горизонтальные,  $v$ -вертикальные)

При расчете по спектральной теории определены 5 частот форм собственных колебаний и согласно нормам [12] вычислены соответствующие сейсмические усилия. На рис.6 приведены перемещения во времени на поверхности земли и по боковым частям выработки в грунте, а также на верхней ригельной части конструкции обделки при коротковолновом и длинноволновом воздействии сейсмических волн. Исходя из этих графиков можно судить о том, что при короткой сейсмической волне отраженные от конструкции и от поверхности земли волны резко искажают картину перемещения во времени и здесь также можно увидеть фронт волны и время прихода волны в определенную точку, а при длинной волне в основном все точки конструкции с грунтом перемещаются с одинаковым периодом, т.е. наблюдается картина не волнового, а колебательного процесса. Воздействия длинных волн увеличивают перемещения точек по горизонтали и по вертикали.



**Рис. 6. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом по зависимостям:**

а) сейсмодинамической теории при воздействии длинной волны, б) сейсмодинамической теории при воздействии короткой волны, в) спектральной теории с учетом грунта, г) теории волновой динамики при воздействии короткой волны, д) теории волновой динамики при воздействии длинной волны (максимальные перемещения указаны в метрах, где  $u$ -горизонтальные,  $v$ -вертикальные)



**Рис. 7. Точки расчетной схемы (см. рис.8) в тоннеле и в грунте вокруг нее**

Из рисунков можно увидеть, что спектральная теория и длинноволновая теория дифракции волн дают качественные похожие результаты. Перемещения при сейсмодинамической теории от воздействия короткой волны получаются самыми минимальными. При расчете методом волновой динамики (теория дифракции волн) картина деформирования получается совсем иной. Здесь можно проследить пробеганные, дифрагированные короткой волны, когда она соизмерима с размером сооружения.

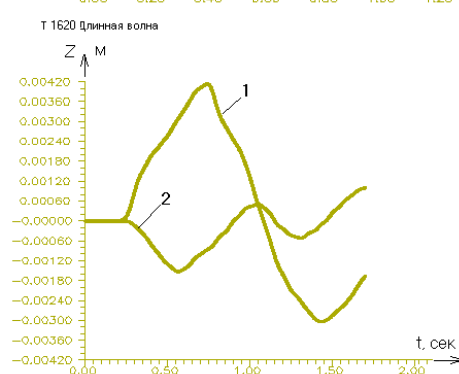
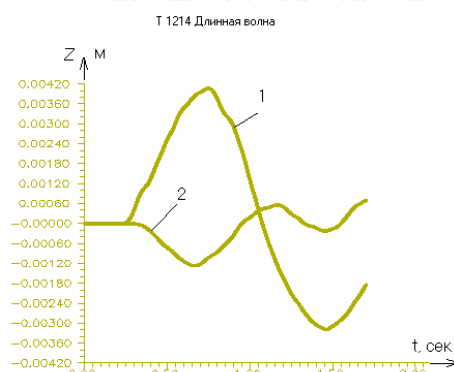
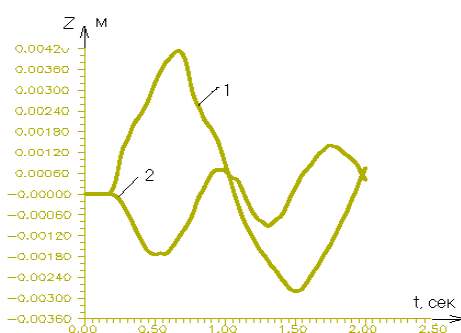
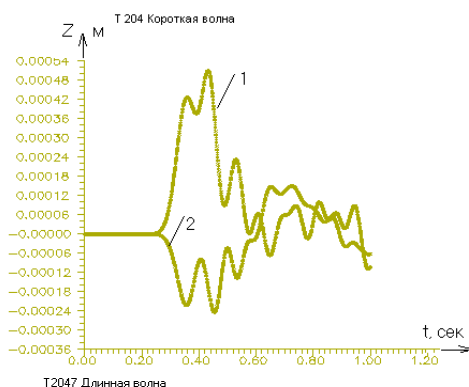
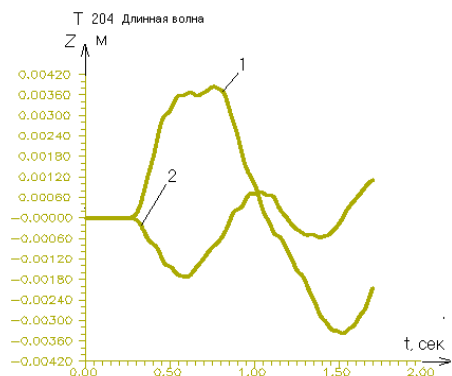
Представляет интерес результаты сейсмодинамической теории и теории волновой динамики (теория дифракции волн). При длинной волне эти теории дают близкие результаты, и как только длина волны приближается к размеру сооружения, результаты резко меняются. Это еще раз подтверждает утверждение многих ученых, как Рашидова Т.Р., Мубаракова Я.Н., [9, 22] что сейсмодинамическая теория хорошо работает



при длинноволновых процессах.

На рис.8 приведены полученные изохромы главных напряжений в теле конструкции по схемам нагружения квазистатической теории, спектральной теории, сейсмодинамической теории и теории волновой динамики подземных сооружений. Из анализа этих результатов можно сказать, что наибольшие напряжения получаются при расчете конструкции по схеме Булычева Н.С., и теории волновой динамики при воздействии длинной волны и спектральной теории с учетом грунта.

а)



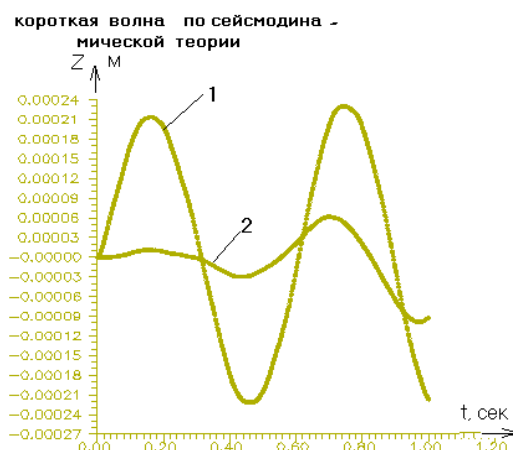
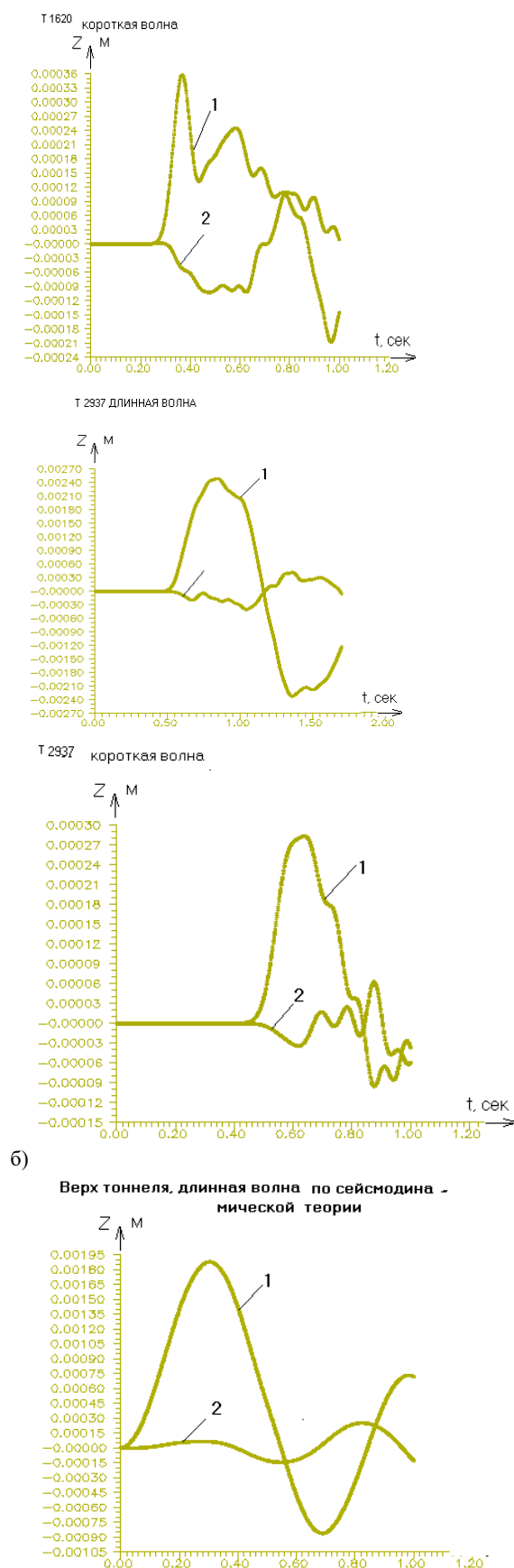
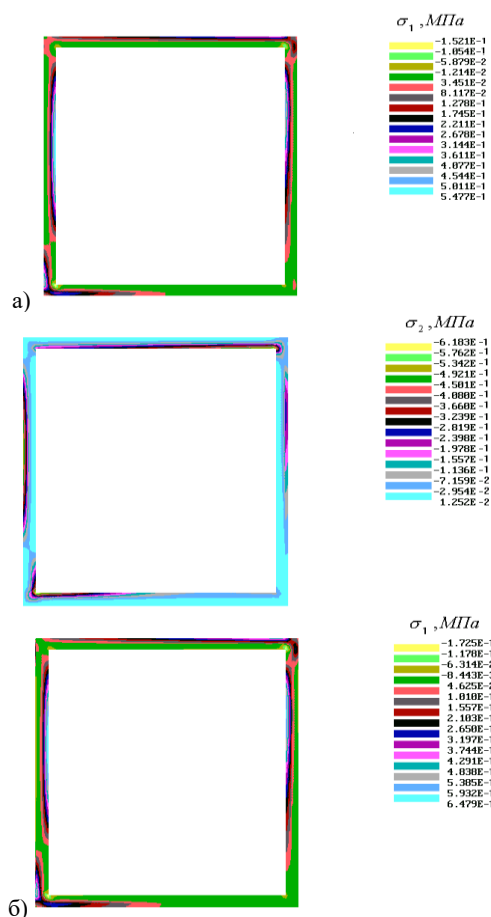
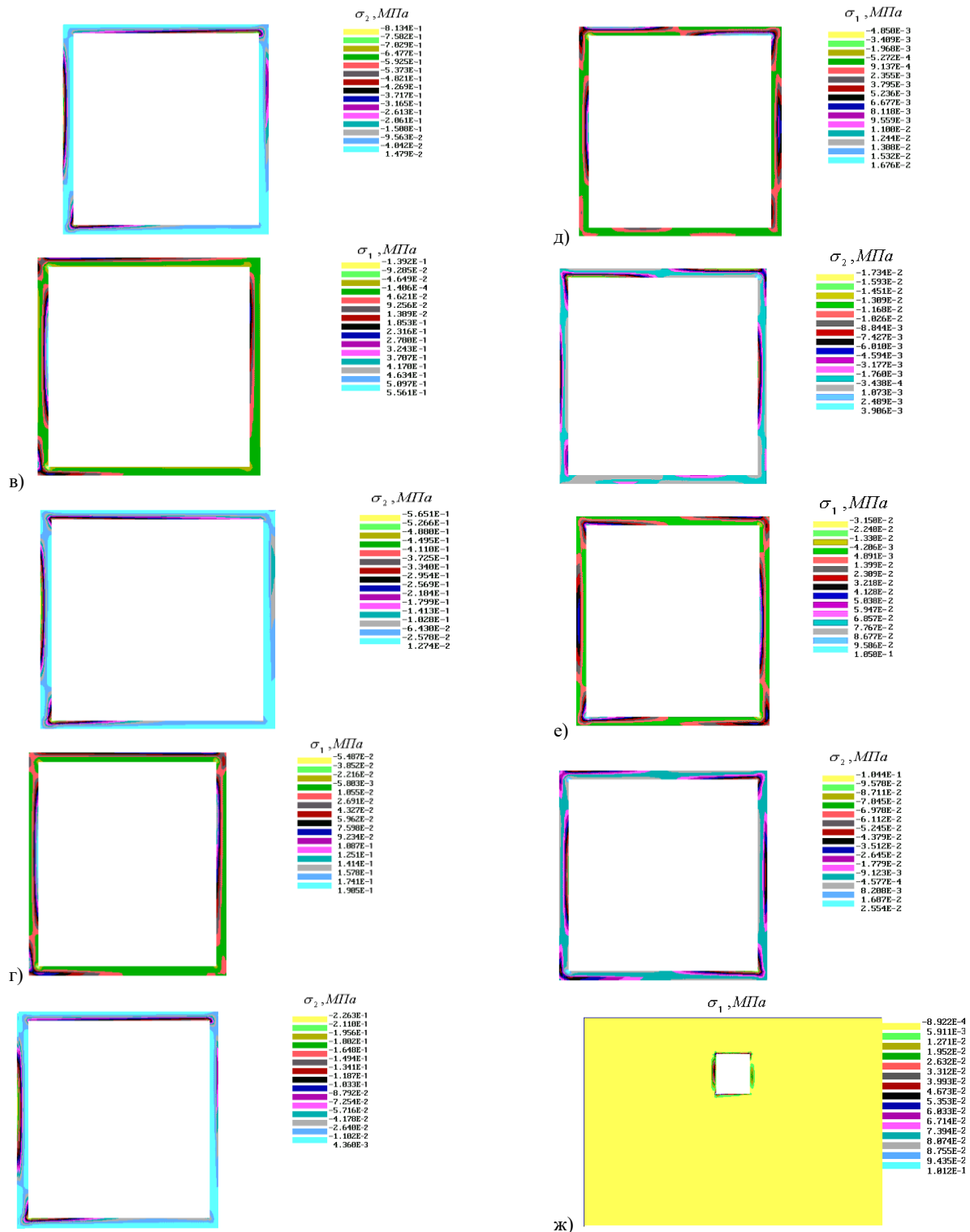
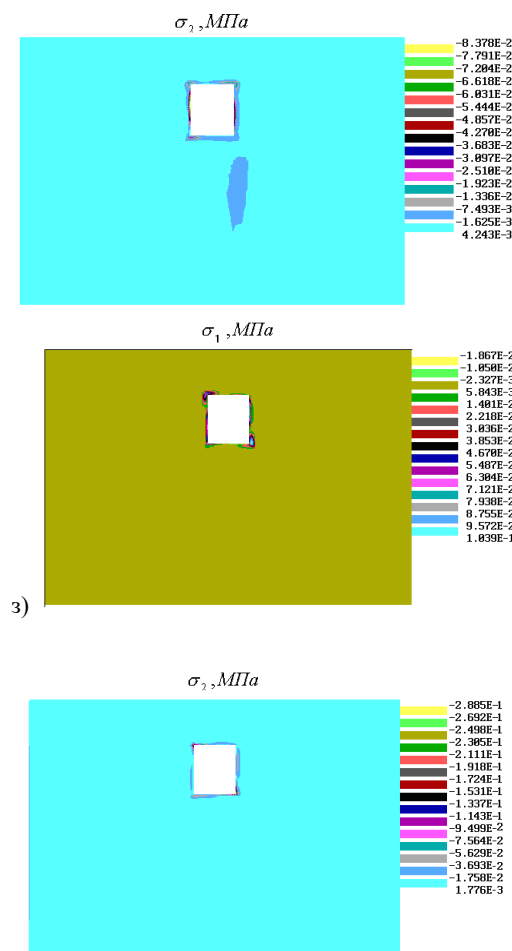


Рис. 8. Изменение перемещений во времени в указанных точках (Т- точка): а) с учетом теории волновой динамики, б) с учетом сейсмодинамической теории подземных сооружений, где 1-горизонтальные перемещения, 2 - вертикальные перемещения



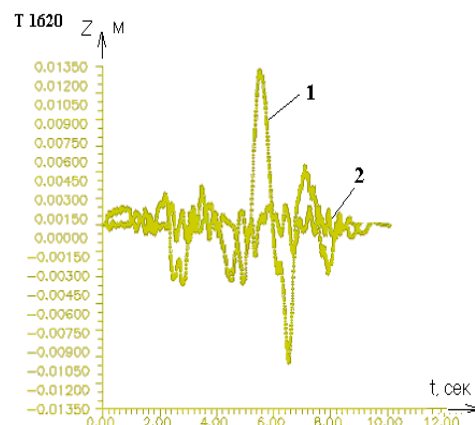
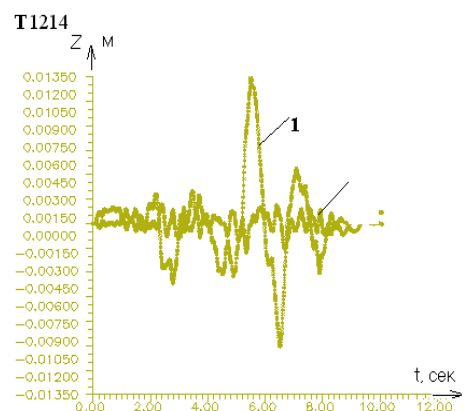
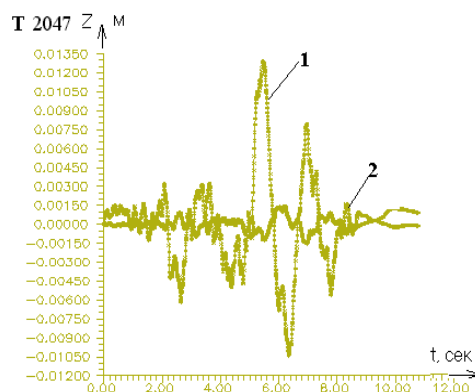
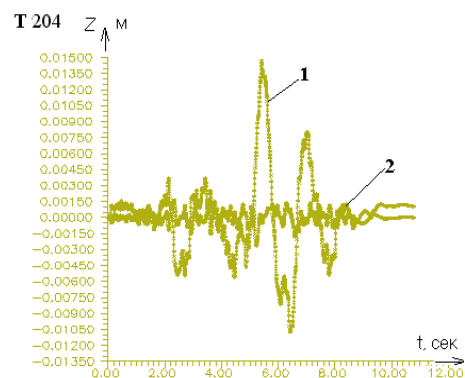




**Рис. 8. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом по зависимостям и схемам нагружения: а) Рухадзе А.В., б) Булычева Н.С., в) спектральной теории с учетом грунта, г) Напетваридзе Ш. Г., д) сейсмодинамической теории подземных сооружений (короткая волна), е) сейсмодинамической теории подземных сооружений (длинная волна), ж) теории волновой динамики (дифракции волн) подземных сооружений (короткая волна), з) теории волновой динамики (дифракции волн) подземных сооружений (длинная волна)**

Если наблюдать изохромы главных напряжений, можно увидеть схожие распределения этих напряжений по телу тоннельной конструкции, кроме результатов полученных по теории волновой динамики. Но в количественном отношении все схемы нагруженные дают различные результаты. В местах соединения стеновой, ригельной и лотковой части наблюдается картина увеличения концентрации напряжений особенно в главных напряжениях  $\sigma_1$ .

Теперь произведем расчет на акселерограмму Газлийского землетрясения, графики которой приведены в [7]. Этот расчет внес коррективу в наши исследования. Здесь по рис.8-11 можно увидеть, что максимальные перемещения и напряжения приходится в точках конструкции и грунта в момент времени  $t=4,2$  сек. Концентрации напряжений возникли в конструкции и в окружающем ее грунтовой области.





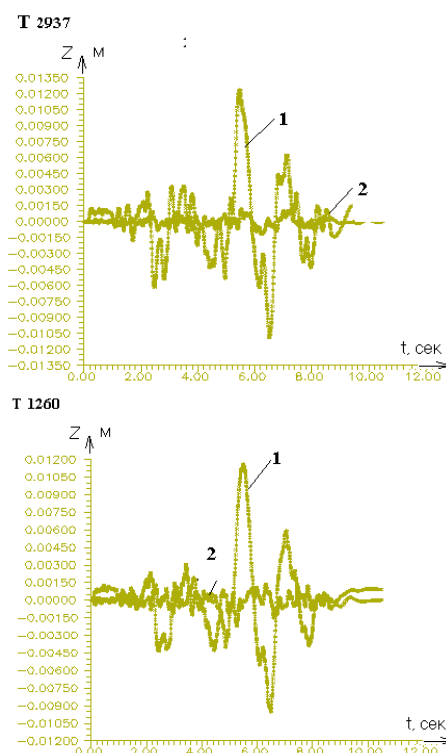


Рис. 9. Изменение перемещений во времени в указанных точках (Т - точка) при воздействии на систему акселерограммы землетрясений, где 1-горизонтальные, 2-вертикальные перемещения

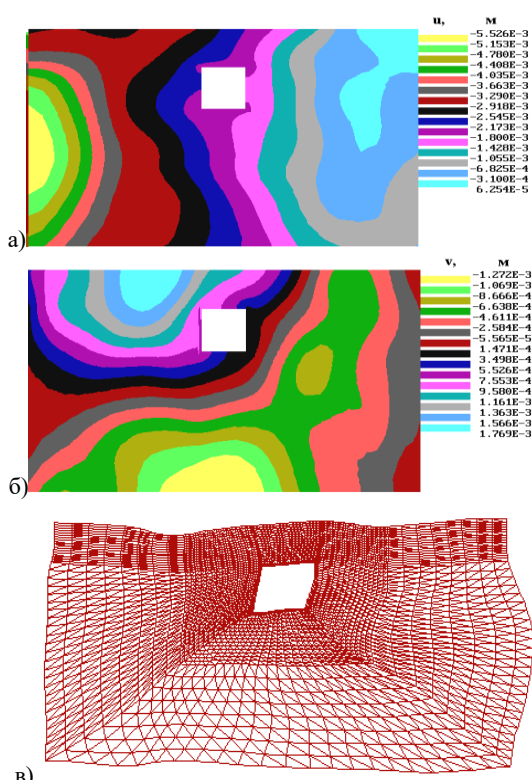


Рис. 10. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом при воздействии акселерограммы землетрясений для  $t=4.2$  сек: а) изохромы горизонтальных перемещений,

б) изохромы вертикальных перемещений, в) картина деформирования

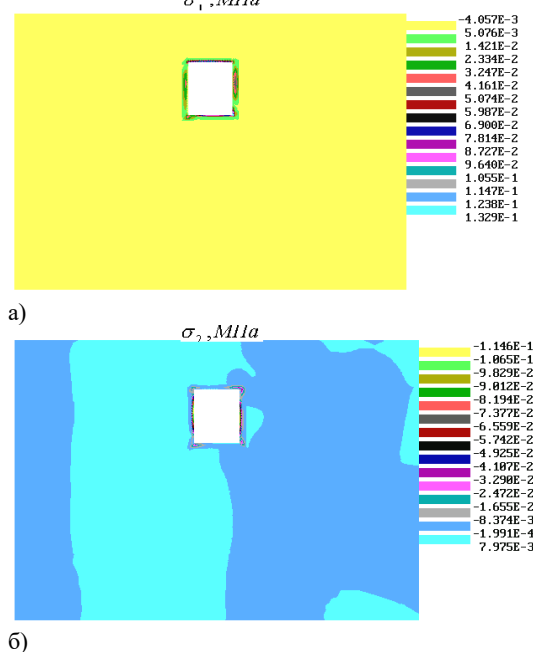


Рисунок 11. Изохромы напряжений при воздействии акселерограммы землетрясений для  $t=4.2$  сек:

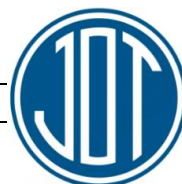
а) изохромы главных напряжений  $\sigma_1$ , б) а) изохромы главных напряжений  $\sigma_2$

## 4. Заключение

Существующие в составе акселерограммы различные пики с разными периодами приводят к сложному взаимодействию конструкции обделки с грунтом. С этого следует, что для получения полной информации о характере деформирования тоннельной обделки находящегося в грунте при сейсмических воздействиях нужно произвести расчеты параллельно по обычным схемам, которые приводятся в нормах (не отбрасывая грунт, так как в этих схемах грунт заменяют учетом коэффициентом постели, а расчеты производят не совместно с грунтом) и на акселерограмму реальных землетрясений воспользуюсь современными методами строительной механики и механики твердого деформируемого тела. Разработанная автором математический аппарат и программный комплекс в настоящее время позволяет провести такого рода исследования.

## Использованная литература / References

- [1] Абдуллаев Т.К. К вопросу сейсמודинамики подземных железобетонных обделок тоннелей (на примере Ташкентского метро). автореф. дисс. канд. техн. наук. Ташкент, 1978, с.21;
- [2] Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промышленных трубопроводов на прочность и устойчивость. Справочное пособие. М.: Недра, 1991, с.287;



[3] Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К., Баймаханов И.Б. К расчету подземной конструкции в анизотропном массиве на длинноволновое сейсмическое воздействие. // Изв. АН Рес. Каз. Сер. физ.-мат, 1984, №5, с. 42-45;

[4] Барбакадзе В.Ш., Мураками С. Расчет и проектирование строительных конструкций и сооружений в деформируемых средах. - М.: Стройиздат, 1989, с. 472;

[5] Булычев Н.С. Механика подземных сооружений, М.: Недра, 1994, с.268;

[6] Гуров Д.Б., Совершенствование методов автоматизированного расчета и проектирования тоннельных обделок. В сб. Роль молодых ученых и специалистов в развитии научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Тезисы отраслевой научно-технической конференции, М.: ВНИИЖТ, 1984, с. 85;

[7] Дорман И.Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. М.: Стройиздат, 1986, с. 245;

[8] Рашидов Т.Р. и др. Землетрясение Спитак-88 (предварительные результаты обследований и выводы) /Архитектура и строительство Узбекистана. №12,1989, с. 4-7;

[9] Рашидов Т. Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитена мелкого заложения. Ташкент, Фан, 1994, с.145;

[10] Хожметов Г.Х., Рашидов Т.Р. Сейсмостойкость подземных тубопроводов. Ташкент, Фан, 1985, с. 152;

[11] Поляков С.В. Некоторые вопросы теории сейсмостойкости. Строительная механика и расчет сооружений, 1970, № 2, с. 27-32;

[12] КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах. Госстрой РУз, Ташкент, 1996, с.59;

[13] Абдурашидов К.С. Колебания и сейсмостойкость промышленных сооружений. Ташкент, Фан, 1989, с.67;

[14] Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К., Баймаханов И.Б. К расчету подземной конструкции в анизотропном массиве на длинноволновое сейсмическое воздействие. // Изв. АН Рес. Каз. Сер. физ.-мат, 1984, №5, с. 42-45;

[15] Булычев Н.С., Амосин Б.З. Оловянный А.Г. Расчет крепи капитальных горных выработок. М.: Недра, 1974, с.320;

[16] Булычев Н.С., Фотиева Н.Н. Оценка устойчивости породы, окружающей горные выработки. Шахтное строительство, 1977, №3, с.15-21

[17] Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов, М.: Стройиздат, 1982, 448 с.;

[18] Гордеев В.П., Перельмутер А.В. Расчет систем с односторонними связями как задача квадратичного программирования. - В сб. Исследования по теории сооружений, вып. 15. М.: Стройиздат, 1967;

[19] Дашевский М.А. Дифракция упругих волн на полости, подкрепленной концом жесткости //

Строительная механика и расчет сооружений. 1967, №2, с.33-36;

[20] Миралимов М.Х., Ясер М. Численный метод оценки сейсмодинамики подземных сооружений. Альманах научно-техн. информ. трансп. стр-ва. Приложение к журналу "Подземное пространство мира", "Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций, №2, Москва, 1999, 26-28;

[21] Котляровский В.А. и др. Убежища гражданской обороны. Москва, Стройиздат, 1989, с. 606;

[22] Lysmer F. Kuhcemeyer R.L. Finite dynamic model for infinite media - ASCE, vol.95, EMU, 1969, pp.859-877;

[23] Мубаракوف Я.П., Миралимов М.Х., Шераир Н. Изучение и анализ повреждений и разрушений в тоннельном строительстве. Узбекский журнал "Проблемы механики", №4, Ташкент, 1998г, с.41-44;

[24] Khamitovich, M. M., Ulugbekovich, N. S., & Shomansur o'g'li, T. S. (2021). CALCULATION TECHNIQUE FOR TYPICAL CIRCULAR TUNNEL LININGS WITH TAKING INTO ACCOUNT THE INTERACTION OF THE STRUCTURE WITH THE GROUND. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 9(6), 362-368.

[25] Miralimov, M., Normurodov, S., Akhmadjonov, M., & Karshiboev, A. (2021). Numerical approach for structural analysis of Metro tunnel station. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 02054). EDP Sciences.

## Информация о авторах/ Information about the authors

Миралимов Мирзахид Хамитович/ Miralimov Mirzakhid Khamitovich	д.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет <a href="mailto:mirzakhid_miralimov@yahoo.com">mirzakhid_miralimov@yahoo.com</a> , <a href="tel:+998977250924">+998977250924</a> <a href="https://orcid.org/0000-0003-2530-5516">https://orcid.org/0000-0003-2530-5516</a>
Нормуродов Шахбоз Улугбекович/ Normurodov Shakhboz Ulugbekovich	PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет <a href="mailto:normurodovsh25@mail.ru">normurodovsh25@mail.ru</a> <a href="tel:+998909308685">+998909308685</a> <a href="https://orcid.org/0000-0001-9552-5384">https://orcid.org/0000-0001-9552-5384</a>
Анваров Бахром Фуркатович/ Anvarov Bakhrom Furqatovich	Магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет <a href="mailto:anvarovbbb@gmail.com">anvarovbbb@gmail.com</a> , <a href="tel:+998981230617">+998981230617</a> <a href="https://orcid.org/0009-0002-0778-4488">https://orcid.org/0009-0002-0778-4488</a>

