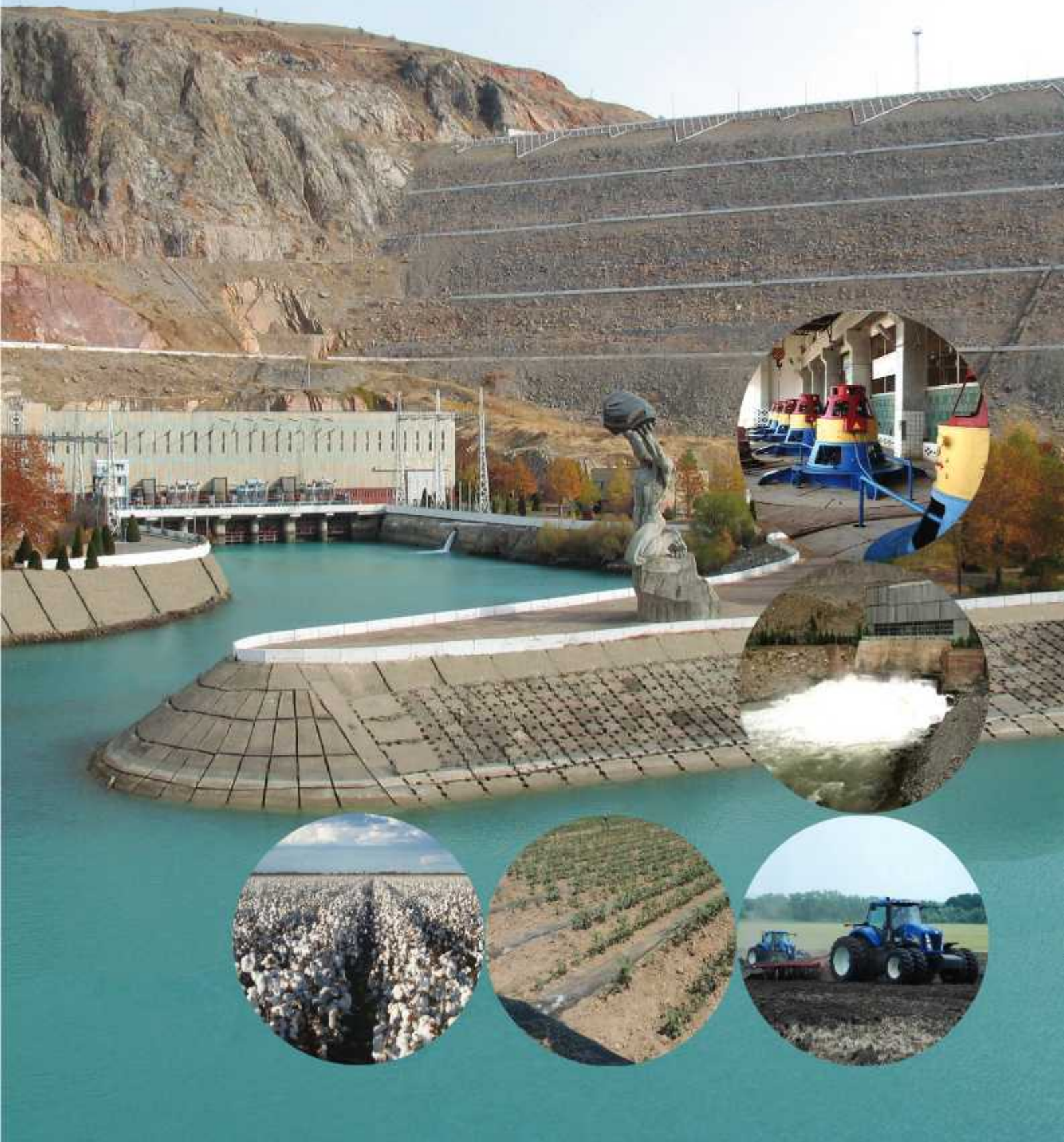


# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son. 2018



## ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

Ҳ. Ҳамидов <b>XX аср I ярмида Қўқон шаҳри ер ости сувлари ҳолати тарихидан</b> .....	7
Б.С. Серикбаев, А.Г. Шеров, А.М. Фатхуллоев, А.И. Ирисматова <b>Модернизация управления ирригационными системами в целях повышения их надежности</b> .....	11
М.Х. Ҳамидов, Б.Ш. Матякубов <b>Ғўзанинг сугориш тартибларини аниқлаш услубларини таққосий таҳлили</b> .....	15
У. Норкулов, С.Х. Исаев <b>Шўрланган ерларда кузги бугдой майдонининг шўрини ювиш</b> .....	21

## ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

М. Мирсаидов, Т. Султанов, Б. Юлдошев <b>Оценка динамики грунтовых плотин при многокомпонентном кинематическом воздействии</b> .....	24
Н. Маалем, Д. Базаров, Х. Нишанбаев, Ж. Раҳманов <b>Влияние двойного регулирования стока на морфометрические и гидравлические параметры русла реки Амударья</b> .....	30
М. Мирсаидов, Э. Тошматов <b>Исследование динамического поведения грунтовых плотин совместно с основанием</b> .....	38
А.М. Фатхуллаев <b>Тупроқ ўзанли сугориш каналларининг ишончли фойдаланилишини таъминлаш</b> .....	44
Б.А. Худаяров, Ф.Ж. Тураев, Х.М. Комилова <b>Моделирование вибраций трубопроводов транспортирующих жидкость</b> .....	49
М.Р. Икрамова, И.А. Ахмедходжаева, А.К. Ходжиев <b>Ирригационные системы Аму-Сурханского бассейна и их эффективность</b> .....	56
М.Р. Бакиев, Қ.Якубов <b>Сравнительные исследования скоростей обратного и спутного потока за поперечными берегозащитными сооружениями</b> .....	60
М. Мирсаидов, Т. Султанов, Ж. Ярашев, З. Уразмухамедова <b>Оценка прочности грунтовых сооружений</b> .....	63
Б.А. Худаяров, Х.М. Комилова <b>Компьютерное моделирование колебаний трубопровода с пульсирующим потоком жидкости</b> .....	69
М. Юсупов <b>Численное решение спектральных задач прикладной механики</b> .....	75
М.Р. Бакиев, Т.Д. Муслимов, Ж.М. Чориев <b>Фермер хўжаликлари учун кўчма сув ўлчагични конструкциялаш ва ҳисоблаш асослари</b> .....	79

УДК 531:624.042.7:626.8:699.841:627.8.042.7

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН ПРИ МНОГОКОМПОНЕНТНОМ КИНЕМАТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.М. Мирсаидов - д.т.н., профессор, академик

Т.З. Султанов - д.т.н., доцент

Б.Ш. Юлдошев - PhD, доцент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

### Аннотация

Приводятся результаты исследований динамики грунтовых плотин с использованием плоской и пространственной моделей сооружений с учетом вязкоупругих свойств грунта при многокомпонентном кинематическом воздействии. Проанализировано динамическое поведение плотины при многокомпонентном кинематическом воздействии с использованием плоской и пространственной моделей. Достаточно хорошее совпадение результатов по динамическому поведению сооружений, полученных по плоской и пространственной моделям для Гиссаракской плотины, объясняется её протяженной геометрией, отвечающей требованиям плоско - деформированного состояния. Геометрические размеры Сохской плотины, указанным требованиям не отвечают, поэтому и наблюдается отличие в результатах, полученных по плоской и пространственной моделям. Поэтому для оценки динамического поведения непротяженных плотин при многокомпонентных кинематических воздействиях желательно использовать пространственную модель сооружения.

**Ключевые слова:** грунтовая плотина, многокомпонентное кинематическое воздействие, динамическое поведение, колебание, резонанс, вязкоупругие свойства грунта, протяженное сооружение, плоская и пространственная модели.

## КЎП КОМПОНЕНТЛИК КИНЕМАТИК ТАЪСИР НАТИЖАСИДА ГРУНТЛИ ТЎҒОНЛАРНИНГ ДИНАМИКАСИНИ БАҲОЛАШ

М.М. Мирсаидов, Т.З. Султанов, Б.Ш. Юлдошев

### Аннотация

Кўп компонентлик кинематик таъсир натижасида, грунтнинг қовушқоқ эластик хусусиятларини эътиборга олиб, текис ва фазовий моделлар орқали, грунтли тўғонларнинг динамикасини баҳолаш натижалари келтирилган. Кўп компонентлик таъсир, текис ва фазовий моделлар ёрдамида грунтли тўғонларнинг динамик ҳолатлари таҳлил қилинган. Ҳисорак тўғони учун текис ва фазовий модель бир хил натижа беришининг сабаби тўғоннинг бир йўналиш бўйича узунлиги эластиклик назариясининг текис-деформацияланувчи ҳолатини тўла қаноатлантириши натижаси эканлиги кўрсатилган. Сух тўғони учун бу муносабат бажарилмаганлиги учун икки модель ёрдамида олинган натижалар бир-биридан фарқ қилиши аниқланган. Олинган натижалардан хелиб чиқиб, битта ўлчови узун бўлмаган тўғонлар динамикасини кўп компонентлик кинематик таъсирларга баҳолаш учун фазовий модель қўллаш кераклиги тавсия қилинади.

**Таянч сўзлар:** грунтли тўғон, кўп компонентлик кинематик таъсири, динамик ҳолати, тебраниш, резонанс, грунтнинг қовушқоқ эластик хусусияти, узун иншоот, текис ва фазовий моделлар.

## EVALUATION OF THE DYNAMICS OF EARTH DAMS UNDER MULTICOMPONENT KINEMATIC EFFECT

M.M. Mirsaidov, T.Z. Sultanov, B.Sh. Yuldoshev

### Abstract

Results of studies of the dynamics of earth dams using plane and spatial models of structures are given, taking into account the viscoelastic properties of soil under multicomponent kinematic effect. Dynamic behavior of the dam under multicomponent kinematic effect is analyzed with the use of plane and spatial models. A fairly good agreement of results on dynamic behavior of structure, obtained with plane and spatial models for the Gissarak dam, is explained by its extended geometry, which meets the requirements of a plane-deformed state. Geometric dimensions of the Sokh dam do not meet these requirements, and therefore a difference is observed in the results obtained with plane and spatial models. Therefore, to evaluate the dynamic behavior of unextended dams under multicomponent kinematic effect, it is advisable to use the spatial model of the structure.

**Key words:** earth dam, multicomponent kinematic effect, dynamic behavior, oscillation, resonance, viscoelastic properties of soil, extended structure, plane and spatial models.

**В**ведение. Сейсмические колебания грунта в зависимости от геологических условий местности, расстояния от эпицентра носят сложный характер. Опыт последних разрушительных землетрясений и теоретические исследования позволили многим специалистам сделать вывод о том, что причиной многих разрушений явился весьма при-

ближенный расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) без учета реального характера работы сооружений [1, 2], вклада высших форм колебаний [3, 4, 5], а также многокомпонентности сейсмического воздействия [1, 2, 3].

При расчете сооружений в действующих нормативных документах часто принимается во внимание только одна

компонента сейсмического воздействия. Считается, что вертикальные ускорения значительно меньше горизонтальных. Однако инженерный анализ последствий различных землетрясений показал наличие некоторых разрушений, характер которых трудно объяснить действием только одной горизонтальной составляющей сейсмического воздействия [6, 7, 8].

По данным сейсмометрических наблюдений установлено, что во время Ташкентского (1966 г.) землетрясения и его повторных толчках, даже на расстоянии 12-15 км от эпицентра, расположенного в центре города, преобладали именно вертикальные колебания почвы [9].

При землетрясении в районе Газли (1976 г.) была зарегистрирована вертикальная компонента ускорений, максимум которой достигал величины около 1,3 g- наибольшего зарегистрированного когда-либо ускорения. В то же время максимум горизонтальной компоненты ускорения составил 0,6 g [10].

Выполненные в последнее время исследования динамики грунтовых плотин в основном рассматривались с использованием плоской модели сооружения при однокомпонентных воздействиях, а в редких случаях двухкомпонентных кинематических воздействий [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18].

В связи с изложенными фактами представляется целесообразным исследование динамического поведения различных грунтовых плотин с использованием плоской и пространственной моделей сооружения, с учетом вязкоупругих свойств грунта и неоднородных особенностей конструкции при действии многокомпонентного ускорения землетрясения.

Целью данного исследования является ответ на вопрос насколько адекватно, использование различных моделей сооружения при многокомпонентном воздействии.

**Методика исследований.** Постановка задачи, математические модели для плоских и пространственных задач, а также методы и алгоритмы решения рассматриваемых задач подробно изложены в работах [4, 5, 13, 14, 15, 16, 18, 19]. Рассмотрена динамическая задача об определении перемещений различных точек плотины при многокомпонентном динамическом воздействии с использованием плоской и пространственной моделей сооружения.

В обоих случаях, в результате конечно-элементной дискретизации сооружения получается разрешающая система интегро-дифференциальных уравнений с соответствующими начальными условиями, решение которых осуществлялось методом Ньюмарка [18, 19].

При конкретных расчетах для описания вязкоупругих свойств грунта с используется наследственная теория Больцмана-Вольтера [20, 21], с ядром А.Р.Ржаницына [21], и приведенными в [22] вязкоупругими параметрами грунта.

В качестве внешнего воздействия использовано кинематическое воздействие в основании сооружения в виде-

$$\text{горизонтальное } \{u_x(t)\} = \begin{cases} a \sin(pt), & 0 < t \leq t^* \\ 0, & t^* > t \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{вертикальное } \{v_z(t)\} = \begin{cases} b \sin(pt), & 0 < t \leq t^* \\ 0, & t^* > t \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{продольное (перпендикулярно плоскости центрального сечения)} \{u(t)\} = \begin{cases} c \sin(pt), & 0 < t \leq t^* \\ 0, & t^* > t \end{cases} \quad (3)$$

Здесь:  $p$  - частота;  $a, b, c$  - амплитуды;  $t^*$  - время воздей-

ствия;  $t$  - рассматриваемое время процесса.

Частота воздействия « $p$ » выбиралась в трех вариантах, соответствующих дорезонансному, резонансному и пост резонансному режимам.

При расчетах параметры кинематического воздействия согласно (1, 2, 3) были приняты:  $a=0.01$  м,  $b=0.01$  м,  $c=0.01$  м;  $t^* = 3, 5, 10$  сек. Частота воздействия принималась: для Гиссаракской плотины:  $p=5.70$  рад/сек (до резонансный режим),  $p=7.70$  рад/сек (пострезонансный режим); для Сохской:  $p=16.30$  рад/сек (дорезонансный режим),  $p=22.00$  рад/сек (пострезонансный режим).

**Результаты исследований.** В результате исследований получены перемещения различных точек плотины, с использованием пространственной модели, которая далее сравнивались с результатами перемещений тех же точек плоской модели при совместном кинематическом воздействии (1, 2, 3) в основании сооружения.

На рис. 1,2,3 показано изменение по времени компонентов вектора перемещений ( $u_x, u_z, u_y$ ), полученные для точки ( $x_1=8.0$  м,  $x_2=138.5$  м,  $x_3=330.0$  м) Гиссаракской и для точки ( $x_1=5.0$  м,  $x_2=87.0$  м,  $x_3=24.5$  м) Сохской плотины с использованием пространственной модели при различных частотах « $p$ » многокомпонентного кинематического воздействия ((1, 2, 3). Сплошная линия (—) соответствует упругому расчету, пунктирная (-----) - результат вязкоупругого расчета.

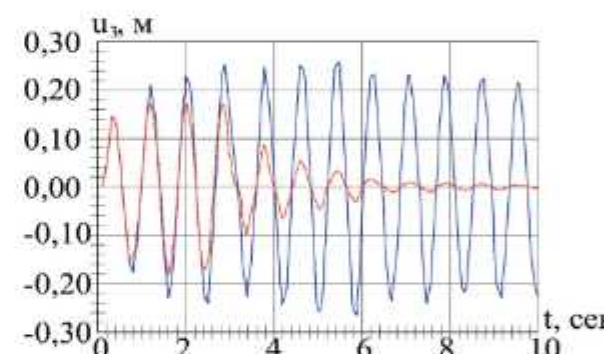
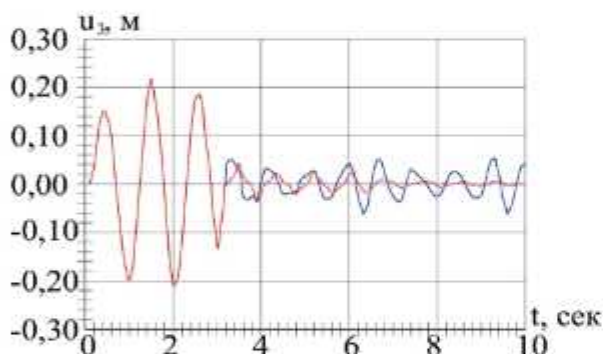
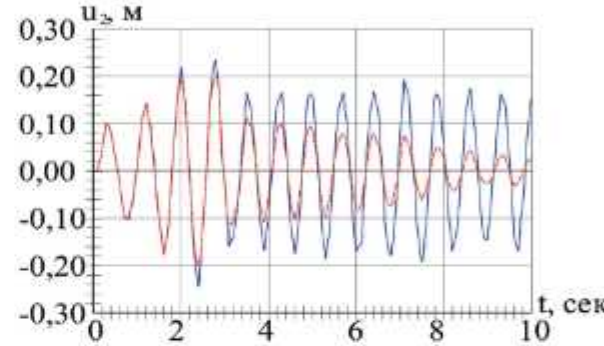
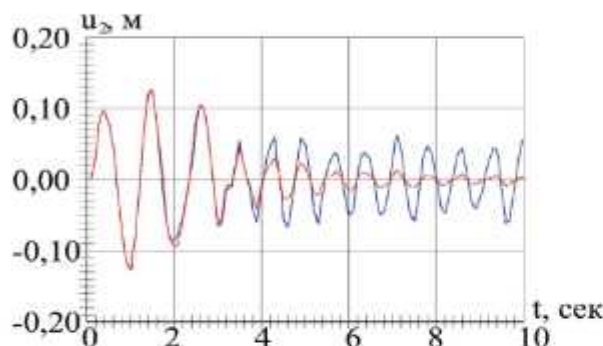
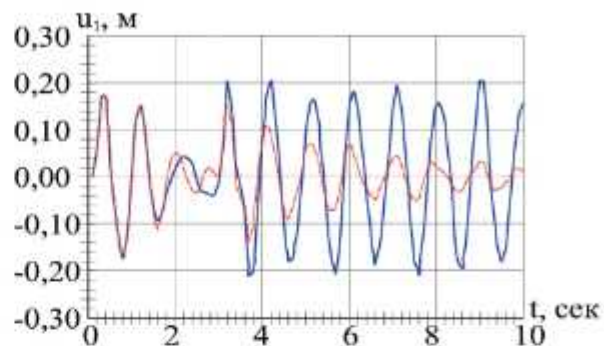
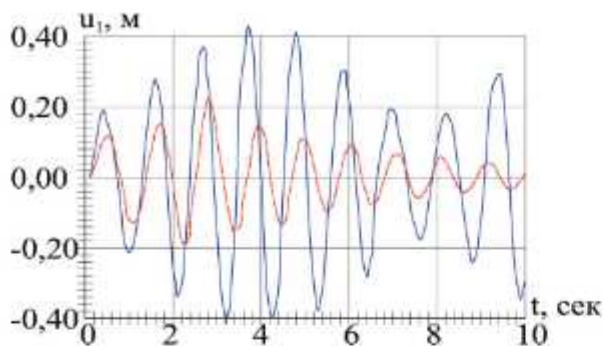
Анализ полученных перемещений точек плотин на (рис.1, 2, 3) при многокомпонентном кинематическом воздействии в дорезонансном режиме (с частотой  $p < \omega_0$ ) показывает, что горизонтальные колебания разных точек плотины происходят с наибольшей амплитудой, превышающей почти в два раза амплитуду вертикальных и продольных колебаний. В пострезонансном режиме амплитуды колебаний упругого сооружения имеют почти одинаковую величину для всех компонентов перемещений (рис.1).

Учет вязкоупругих свойств грунта сильно гасит горизонтальные колебания, как в процессе воздействия, так и после него. При этом амплитуда горизонтальных вязкоупругих колебаний (в дорезонансном режиме) почти в два раза меньше амплитуды упругих колебаний. Гашение колебаний других компонентов перемещений точки, в основном, происходит после окончания воздействия как в дорезонансном, так и в пострезонансном режимах. При этом в пострезонансном режиме амплитуды колебаний точки по всем направлениям (как в упругом, так и в вязкоупругом случаях) уступают амплитудам горизонтальных колебаний в дорезонансном режиме. Такой характер колебаний наблюдается и для Сохской плотины, колебания которой являются высокочастотными (рис.2).

Амплитуда колебаний точки плотины в резонансном режиме при упругом грунте бесконечно растет по времени (рис.3). При учете вязкоупругих свойств грунта амплитуда колебаний плотины ограничена и с течением времени при продолжающемся воздействии остается на одном уровне (рис.3).

На рис.4 и рис.5 приведено изменение горизонтальных перемещений ( $u_x$ ) по времени точек ( $x_1=8.0$  м,  $x_2=138.5$  м) Гиссаракской и точки ( $x_1=5.0$  м,  $x_2=87.0$  м) Сохской плотин по плоской модели при различных частотах « $p$ » двухкомпонентного кинематического воздействия (1, 2, 3).

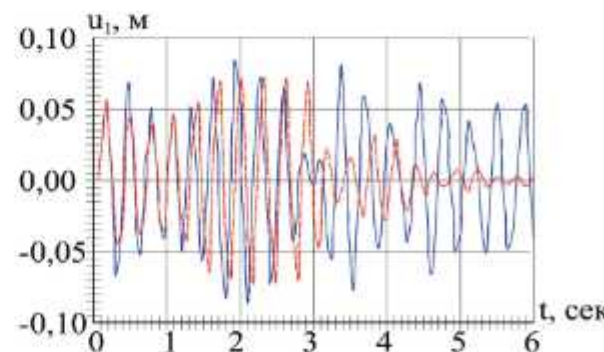
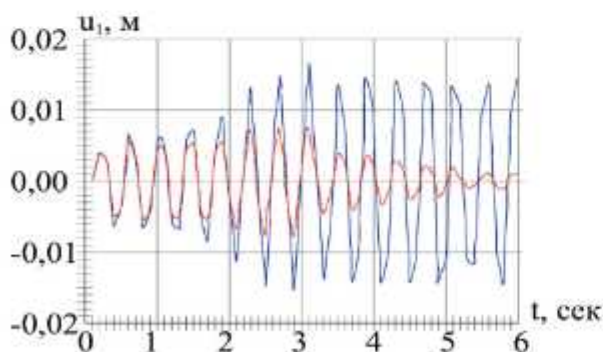
Анализ результатов на рис.4, 5, полученных на плоской модели при двухкомпонентном кинематическом воздействии, показывает на одинаковый характер этих колебаний с колебаниями, полученными по пространственной



Колебание точек плотины в дорезонансном режиме ( $\omega > p$ )

Колебание точек плотины в пострезонансном режиме ( $\omega < p$ )

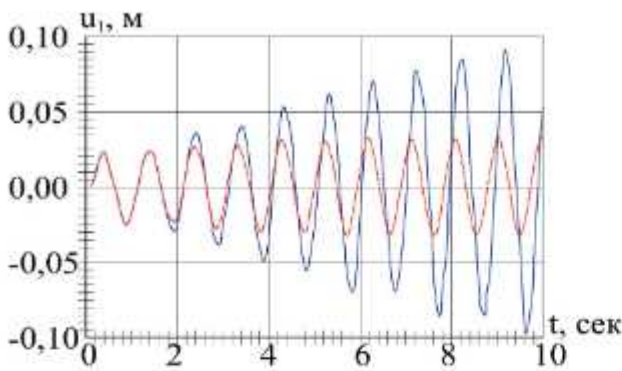
Рис.1. Перемещения ( $u_1, u_2, u_3$ ) точки ( $x_1=8.0$  м,  $x_2=138.5$  м,  $x_3=330.0$  м) Гиссаракской плотины при многокомпонентном кинематическом воздействии по пространственной модели (при  $t^* = 3$  сек.)



Колебание точек плотины в дорезонансном режиме ( $\omega > p$ )

Колебание точек плотины в пострезонансном режиме ( $\omega < p$ )

Рис.2. Горизонтальные перемещения ( $u_1$ ) точки ( $x_1=5.0$  м,  $x_2=87.0$  м,  $x_3=24.5$  м) Сохской плотины при многокомпонентном кинематическом воздействии по пространственной модели (при  $t^* = 3$  сек.)

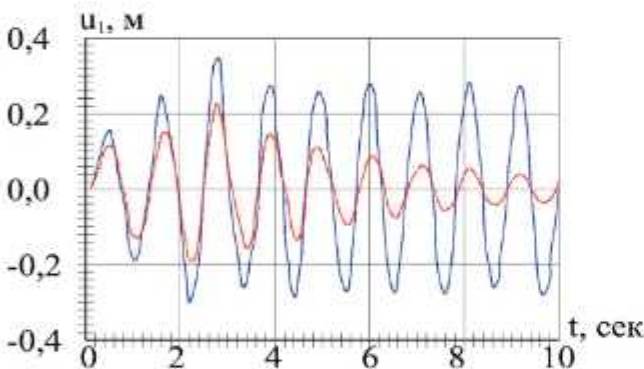


Колебание точки плотины в резонансном режиме ( $\omega_1 > p$ )

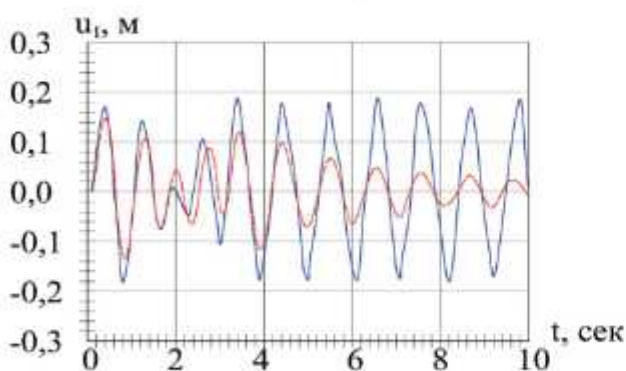
**Рис.3.** Горизонтальные перемещения ( $u_1$ ) точки ( $x_1=8,0$  м,  $x_2=138,5$  м,  $x_3=330,0$  м) Гиссаракской плотины при многокомпонентном кинематическом воздействии по пространственной модели (при  $t^* = 10,0$  сек.)

модели (рис.1, 3). Близкими являются и амплитуды перемещений для пространственной и плоской моделей в дорезонансном и пострезонансном режимах, особенно, для точек Гиссаракской плотины (рис.1, 4). Для Сохской – различие более заметно (рис. 2, 5).

Вертикальные и продольные перемещения уступают



Колебания точки плотины в дорезонансном режиме ( $\omega_1 > p$ )



Колебаний точки плотины в пострезонансном режиме ( $\omega_1 < p$ )

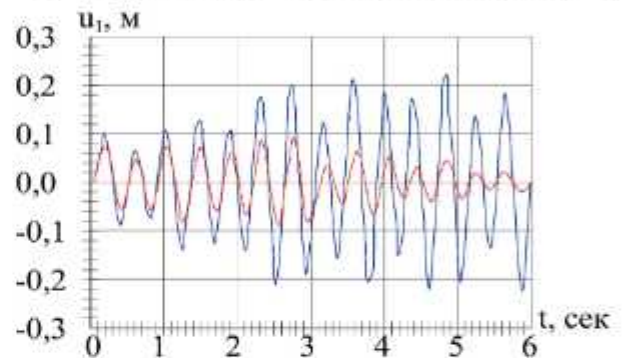
**Рис.4.** Изменение горизонтальных перемещений ( $u_1$ ) точки ( $x_1 = 8,0$  м,  $x_2 = 138,5$  м) Гиссаракской плотины при двухкомпонентном воздействии по плоской модели (при  $t^* = 3$  сек.)

по величине горизонтальным  $u_1$ , объяснением этому является характер первой формы колебаний, представляющей сдвиг поперечного сечения в направлении оси  $x_1$ .

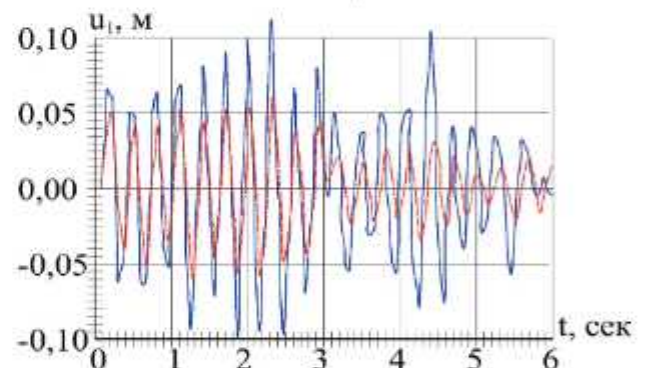
Из приведенных результатов (рис.1, 4) видно, что учет вязкоупругих свойств грунта приводит к значительному затуханию колебаний даже во время действия нагрузки как для сооружения с низкочастотным спектром (рис.1), так и для высокочастотного (рис.3), что объясняется использованием вязкоупругой модели, при которой изменение диссипативных свойств материала слабо зависит от частоты колебаний.

При многокомпонентном воздействии использование плоской модели и пространственной приводит, практически, к одинаковым результатам (сравнение рис.1, 4 для Гиссаракской плотины).

Таким образом, для протяженных сооружений при



Колебания точки плотины в дорезонансном режиме ( $\omega_1 > p$ )



Колебаний точки плотины в пострезонансном режиме ( $\omega_1 < p$ )

**Рис.5.** Изменение горизонтальных перемещений ( $u_1$ ) точки ( $x_1=5$  м,  $x_2=87$  м) Сохской плотины при двухкомпонентном воздействии по плоской модели (при  $t^* = 3$  сек.)

определении динамики плотины при многокомпонентном воздействии достаточно использовать плоскую расчетную модель, дающую результаты удовлетворительной точности. При этом горизонтальные перемещения  $u_1$  точек как плоской, так и пространственной моделями мало отличаются друг от друга (рис.1, 4). Достаточно хорошее совпадение результатов (рис.1, 4), полученных по плоской и пространственной моделям для Гиссаракской плотины, объясняется её геометрией, отвечающей требованиям плоско-деформированного состояния. Что касается

Сохской плотины, то ее геометрические размеры, указанным требованиям не отвечают, поэтому наблюдается небольшое отличие в результатах (рис.2,5), полученных по плоской и пространственной моделям.

#### Выводы.

1. Приведены результаты исследований динамики грунтовых плотин с использованием плоской и пространственной моделей сооружений с учетом вязкоупругих свойств грунта при многокомпонентном кинематическом воздействии.

2. Проанализировано динамическое поведение протяженных и непротяженных плотин при многокомпонентном кинематическом воздействии с использованием плоской

и пространственной моделей.

3. Установлено, что для оценки динамического поведения протяженных плотин при многокомпонентном кинематическом воздействии возможно использование плоской расчетной модели.

4. При многокомпонентном кинематическом воздействии, вязкоупругие свойства грунта приводят к значительному затуханию колебаний для (протяженного) сооружения с низкочастотным и для (непротяженного) сооружения с высокочастотным спектром, что объясняется использованием вязкоупругой модели, при которой изменение диссипативных свойств материала слабо зависит от частоты колебаний.

№	Литература	References
1	Красников Н. Д. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений из грунтовых материалов. – Москва. Энергоиздат, 1981. – 240 с.	Krasnikov N.D. <i>Seysmostoykost' gidrotexnicheskix sooruzheniy iz gruntovykh materialov</i> [Seismic Resistance of Hydro-technical Structures built from Earth Materials]. Moscow, Energoizdat, 1981. 240 p. (in Russian)
2	Ляхтер В.М., Ивашенко И.Н. Сейсмостойкость грунтовых плотин. – Москва. Наука, 1986. – 233 с.	Lyakhter V.M., Ivashenko I.N. <i>Seysmostoykost' gruntovykh plotin</i> [Earthquake Resistance of Earth Dams]. Moscow, Science, 1986. 233 p. (in Russian)
3	Мирсаидов М.М., Трояновский Е.И. Динамика неоднородных систем с учетом внутренней диссипации и волнового уноса энергии. – Ташкент, "Фан", 1990. – 108 с.	Mirsaidov M.M., Troyanovskiy E.I. <i>Dinamika neodnorodnykh sistem s uchetom vnutrenney dissipatsii i volnovoogo unosa energii</i> [Dynamics of Inhomogeneous Systems with Allowance for Internal Dissipation and Wave Energy Entrainment]. Tashkent, "Fan", 1990. 108 p. (in Russian)
4	Sultanov T.Z., Khodzhaev D.A., Mirsaidov M.M. The assessment of dynamic behavior of heterogeneous systems taking into account non-linear viscoelastic properties of soil. Magazine of Cive Engineering, 2014. No. 1. - pp. 80-89. doi: 10.5862/MCE.45.9. doi: 10.5862/MCE.45.9.	Sultanov T.Z., Khodzhaev D.A., Mirsaidov M.M. The assessment of dynamic behavior of heterogeneous systems taking into account non-linear viscoelastic properties of soil. Magazine of Cive Engineering, 2014. No. 1. - pp.80-89. doi: 10.5862/MCE.45.9. doi: 10.5862/MCE.45.9.
5	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z., Abdikarimov R.A., Ishmatov A.N., Yuldoshev B.Sh., Toshmatov E.S., Jurayev D.P. Strength parameters of earth dams under various dynamic effects. Magazine of Cive Engineering, 2018. - No 1. - pp. 101-111. doi: 10.18720/MCE.77.9.	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z., Abdikarimov R.A., Ishmatov A.N., Yuldoshev B.Sh., Toshmatov E.S., Jurayev D.P. Strength parameters of earth dams under various dynamic effects. Magazine of Cive Engineering, 2018. No. 1. - pp.101-111. doi: 10.18720/MCE.77.9.
6	Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. – Москва. Стройиздат, 1978. – 311 с.	Polyakov S.V. <i>Posledstviya silnykh zemletryaseniy</i> [Consequences of Strong Earthquakes]. Moscow, Stroizdat, 1978. 311 p. (in Russian)
7	Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. – Москва Высшая школа, 1983. – 304 с.	Polyakov S.V. <i>Seysmostoykie konstruksii zdaniy</i> [Seismo-resistant Structures of Buildings]. Moscow, Higher School, 1983. 304 p. (in Russian)
8	Рассказовский В.Т., Рашидов Т.Р., Абдурашидов К.С. Последствия Ташкентского землетрясения. – Ташкент, "Фан", 1967. – 144 с.	Rasskazovskiy V.T., Rashidov T.R., Abdurashidov K.S. <i>Posledctviya Tashkentskogo zemletryaseniya</i> [Consequences of the Tashkent Earthquake]. Tashkent, "Fan", 1967. 144 p. (in Russian)
9	Штейнберг В.В., Плетнев К.Т., Грайзер В.М. Акселерограммы колебаний грунта при разрушительном Газлийском землетрясении 17 мая 1976 г // Ж. "Сейсмостойкое строительство". – Москва. 1977. – №1. – С. 45-61.	Shteinberg V.V., Pletnev K.T., Greizer V.M. <i>Akselerogrammy kolebaniy grunta pri razrushitel'nom gazliyskom zemletryaseni 17 maya 1976 god</i> [Accelerograms of Soil Vibrations during the Devastating Gazli Earthquake of May 17, 1976 Seismic engineering]. Moscow, 1977. No1. pp. 45-61. (in Russian)
10	Султанов К.С., Хусанов Б.Э. Определение просадки нелинейно - деформируемого грунтового массива при увлажнении //Журн. Основания, фундаменты и механика грунтов. – Москва. 2002. – №3. – С. 2-4.	Sultanov K.S., Khusanov B.E. <i>Opredelenie phosadki nelineyno - deformiruemogo gruntovogo massiva pri uvlazhnenii</i> [Determination of the Subsidence of a Nonlinearly Strained Earth Massif under Moistening] J. Foundations, bases and mechanics of soils. Moscow, 2002. No3. pp.2-4. (in Russian)
11	Султанов К.С., Хусанов Б.Э., Салямова К.Д., Умарханов С.И. Влияние влажности грунта на напряженное состояние грунтовой плотины при сейсмическом воздействии // Журн. Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций. – Москва. 2003. – №2-3. – С. 22-26.	Sultanov K.S., Khusanov B.E., Salyamova K.D., Umarchanov S.I. <i>Vliyaniye vlazhnosti grunta na napryazhennoe sostoyaniye gruntovoy plotiny pri seysmicheskom vozdeystvii</i> [The Influence of Soil Moisture on the Stressed State of Earth Dam under Seismic Effect J. Problems of development of transport and engineering communications]. Moscow, 2003. No 2-3. pp. 22-26. (in Russian)
12	Султанов К.С., Салямова К.Д. Напряженное состояние плотины с учетом упругопластических деформаций грунта //Повышение эффективности, надёжности и безопасности гидротехнических сооружений: Материалы Республиканской научно-практ. конф. 13-14 декабря 2012. Ташкент, 2012. – С. 131-135.	Sultanov K.S., Salyamova K.D. <i>Napryazhennoe sostoyaniye plotiny s uchetom uprugoplasticheskix deformatsiy grunta</i> [Stress State of a Dam with Account of Elastoplastic Strain in Soil Increase of efficiency, reliability and safety of hydro-technical structures: Proc. of the Republican scientific-practical]. Conf. 13-14 December 2012. Tashkent, 2012. pp. 131-135. (in Russian)

13	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z., Khodzhaev D.A. Assessment of the Stress-Strain State of Earth Dams. Civil-Comp Press, Stirlingshire, UK, Paper 108, 2012. doi:10.4203. pp.100-118. URL: <a href="http://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=7248">http://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=7248</a> .	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z., Khodzhaev D.A. Assessment of the Stress-Strain State of Earth Dams. Civil-Comp Press, Stirlingshire, UK, Paper 108, 2012. doi:10.4203. pp.100-118. URL: <a href="http://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=7248">http://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=7248</a> .
14	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Assessment of stress-strain state of earth dams with allowance for non-linear strain of material and large strains. Magazine of Cive Engineering, 2014. No. 5. pp.73-82. doi: 10.5862/MCE.49.8.	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Assessment of stress-strain state of earth dams with allowance for non-linear strain of material and large strains. Magazine of Cive Engineering, 2014. No. 5. pp.73-82. doi: 10.5862/MCE.49.8.
15	Mirsaidov M.M. Seismic stability of different earth dams. //6th International Conference on Dam Engineering. 15-17 February 2011.- LNEC. Lisbon, Portugal, 2011. pp.787-798.	Mirsaidov M.M. Seismic stability of different earth dams. //6th International Conference on Dam Engineering. 15-17 February 2011.- LNEC. Lisbon, Portugal, 2011. pp.787-798.
16	Sultanov T.Z., Mirsaidov M.M., Khodjaev D.A. Evaluation of Dynamic Behavior of Non-uniform Structures with Account of Non-linear and Viscous-elastic Characteristics of Material Proc. of Australasian Structural Engineering Conference, 11-13 July 2012. ASEC, Perth, Australia, pp.63-70. URL: <a href="http://www.asec2012.com">http://www.asec2012.com</a> .	Sultanov T.Z., Mirsaidov M.M., Khodjaev D.A. Evaluation of Dynamic Behavior of Non-uniform Structures with Account of Non-linear and Viscous-elastic Characteristics of Material Proc. of Australasian Structural Engineering Conference, 11-13 July 2012. ASEC, Perth, Australia, pp.63-70. URL: <a href="http://www.asec2012.com">http://www.asec2012.com</a> .
17	Барышева Н.Н., Селезнев Г.С. Колебания плотины Нурекской ГЭС при землетрясении 30 июля 1974 г. //Сейсмостойкость плотин. Вып. 4. Душанбе, 1978. – С. 126-134.	Barysheva N.N., Seleznev G.S. <i>Kolebaniya plotiny Nurekskoy GES pri zemletryaseni 30 iyulya 1974 god</i> [Oscillations of the Dam of the Nurek HPP during the Earthquake of July 30, 1974] Seismic stability of dams. Iss. 4, Dushanbe, 1978. pp.126-134. (in Russian)
18	Мирсаидов М.М. Теория и методы расчета грунтовых сооружений на прочность и сейсмостойкость. Ташкент: Фан, 2010. – 312 с.	Mirsaidov M.M. <i>Teoriya i metody rascheta gruntovykh sooruzheniy na prochnost' i seysmostoykost'</i> [Theory and Methods for Calculating Earth Structures for Strength and Seismic Resistance]. Tashkent: Fan, 2010. 312 p. (in Russian)
19	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Theory and Metods of Strength Assessment of Earts Dams. Lambert Akademik Publishing, Saarbrucken Deutschland Germany, 2015. 341 p.	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Theory and Metods of Strength Assessment of Earts Dams. Lambert Akademik Publishing, Saarbrucken Deutschland Germany, 2015. 341 p.
20	Ильюшин А.А., Победря Б.Е. Основы математической теории термо-вязкоупругости. – Москва: Наука, 1970. – 280 с.	Ilyushin A.A., Pobedrya B.E. <i>Osnovy matematicheskoy teorii termovyazkoupругosti</i> [Fundamentals of Mathematical Theory of Thermo-Viscoelasticity]. Moscow, Nauka, 1970. 280 p. (in Russian)
21	Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. – Москва: Высшая школа, 1976. – 277 с.	Koltunov M.A. <i>Polzuchest' i relaksastiya</i> . [Creep and Relaxation]. Moscow, High School, 1976. 277 p. (in Russian)
22	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2013. Vol. 49, Iss. 6, pp. 250-256.	Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2013. Vol. 49, Iss. 6, pp. 250-256.