

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”  
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**“МЕХАНИКА ВА КОМПЬЮТЕРЛИ МОДЕЛЛАШТИРИШ” КАФЕДРАСИ**

**ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИНГ ДИНАМИКАСИ ВА  
ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ ФАНИ**

**МИРСАИДОВ МИРЗИЁД МИРСАИДОВИЧ**

**МАВЗУ -14 ,15: Грунтли тўғонларнинг ҳисоби сейсмик  
мустаҳкамлигини баҳолаш**

**ТОШКЕНТ-2023**



**TIQXMMI**  
"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI"  
**MTU**  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI



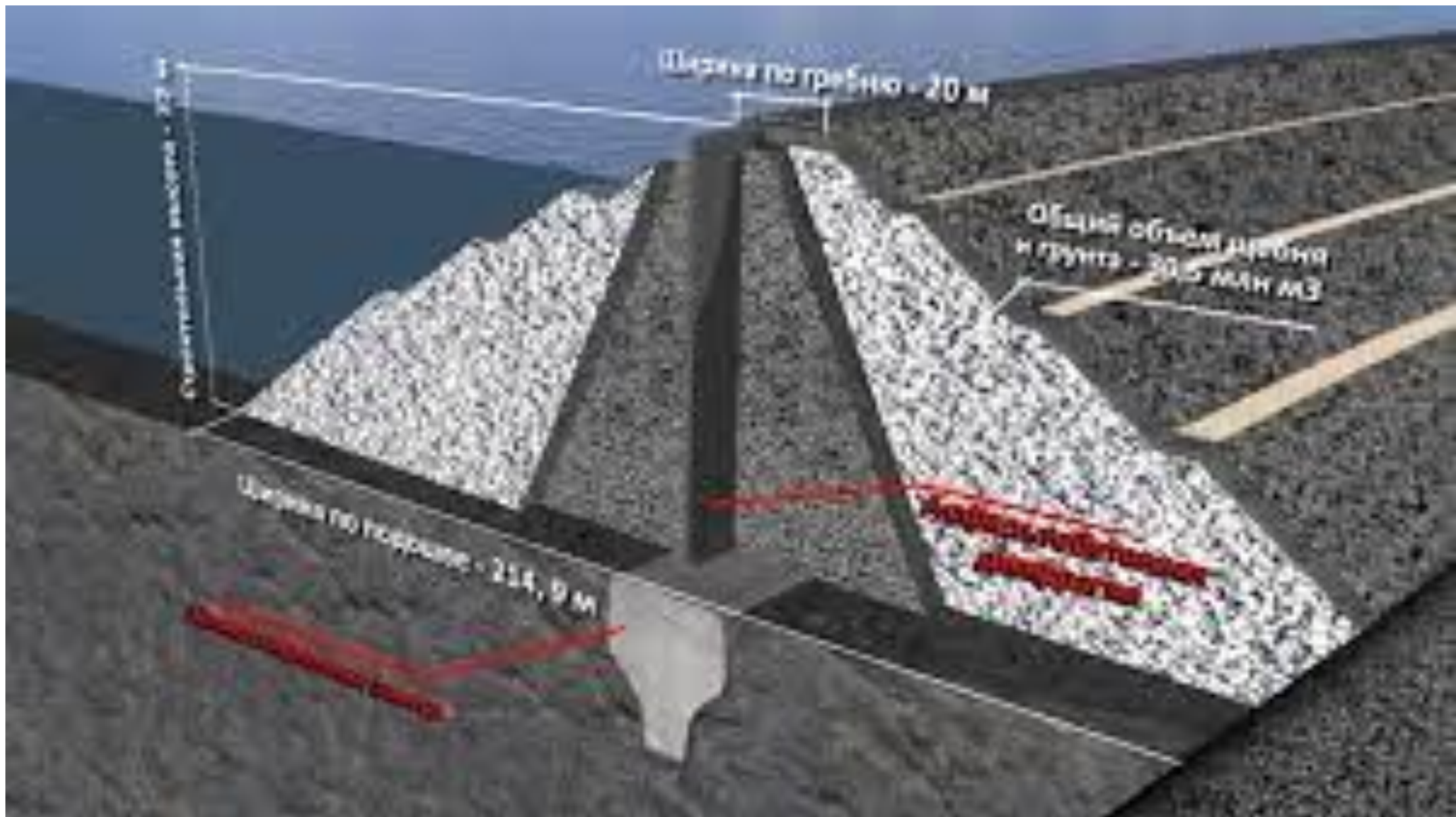
**МИРСАИДОВ МИРЗИЁД МИРСАИДОВИЧ**

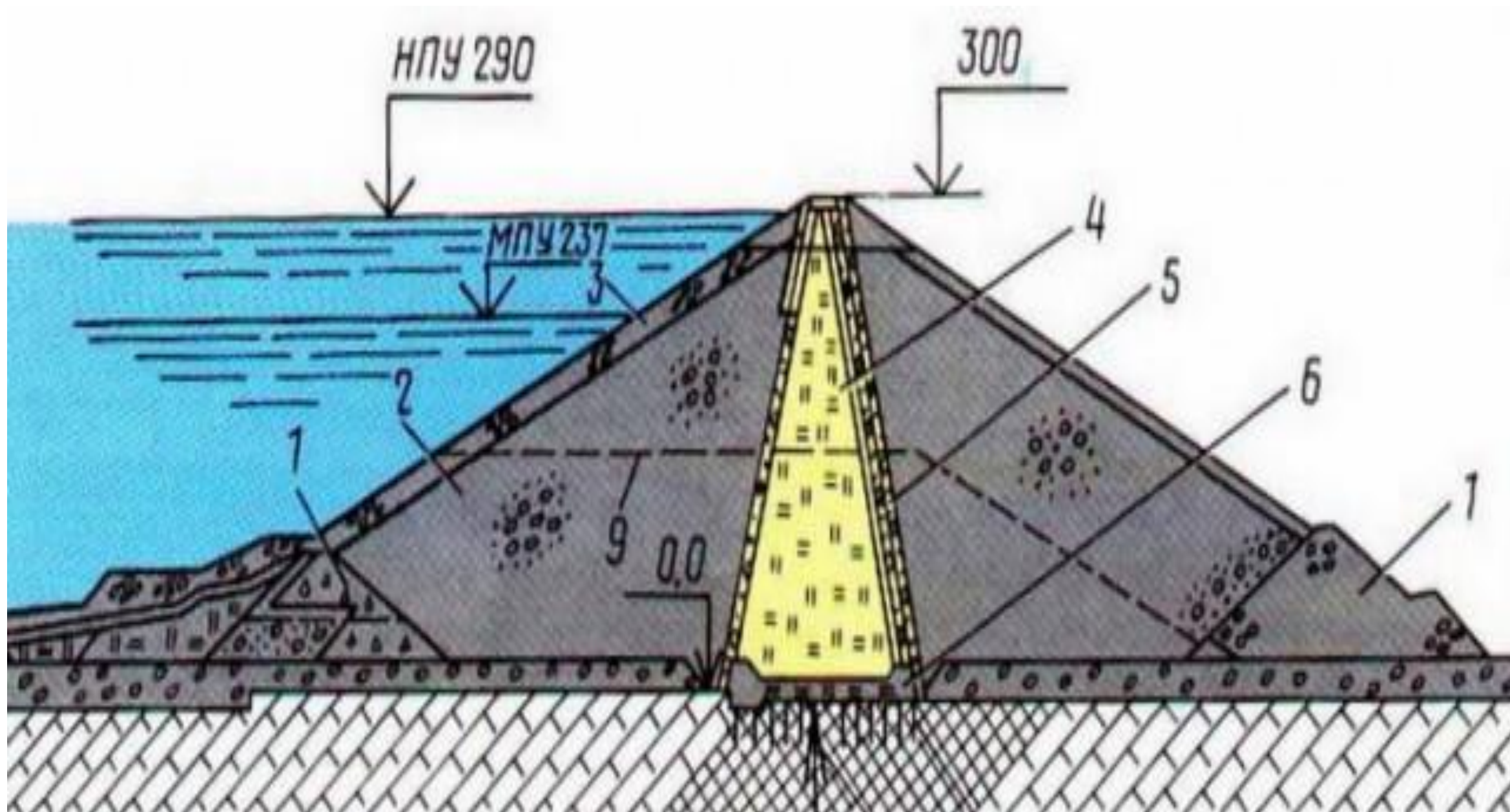
**т.ф.д., профессор**

# • 11-МАЪРУЗА

## • РЕЖА:

1. **Грунтли тўғоннинг геометрик ва физик параметрларини аниқлаш.**
2. **Грунтли тўғоннинг силжиш деформацияси асосида тебраниш даврини аниқлаш.**
3. **Грунтли тўғон учун динамик коэффицентларни аниқлаш.**
4. **Грунтли тўғон учун тебранишларнинг шакл коэффицентларини аниқлаш.**
5. **Массаларга таъсир киладиган сейсмик кучларни аниқлаш.**
6. **Тўғонниенг юкори бьефига таъсир киладиган гидростатик босимни аниқлаш.**
7. **Тўғоннинг силжишдаги мустахамлигини шартини аниқлаш.**
8. **Тўғон мустахамлигини захира коэффицентини аниқлаш**





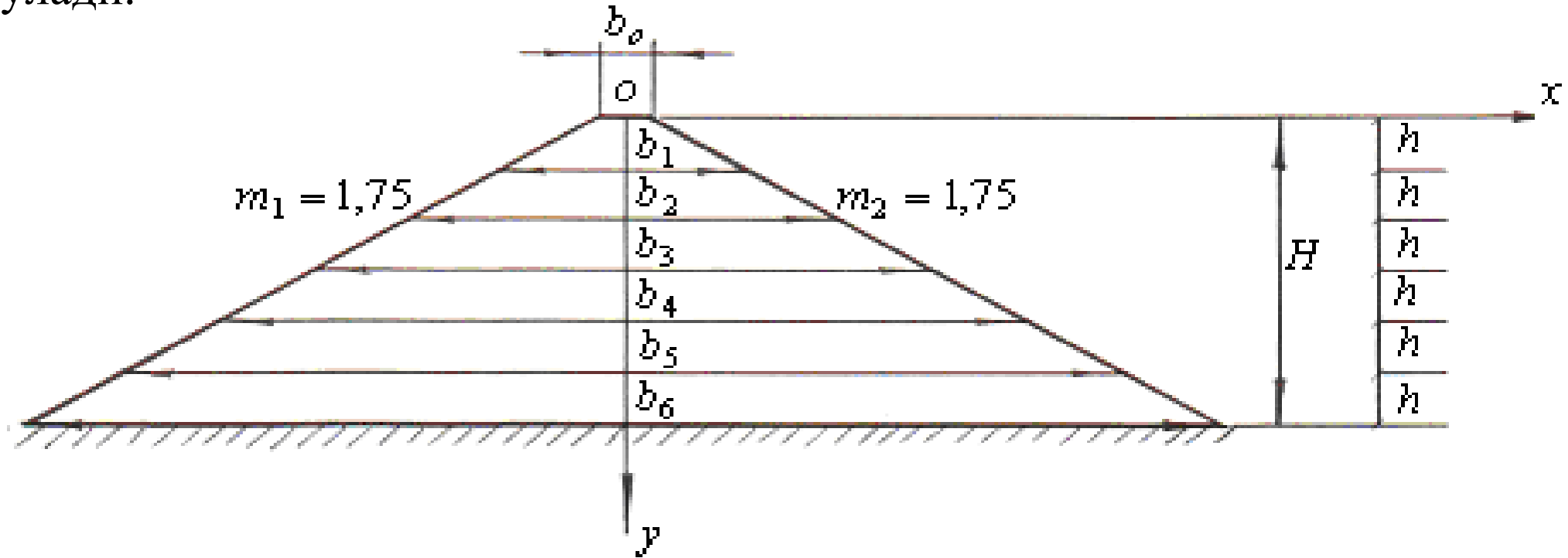
**ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИНГ  
ДИНАМИКАСИ ВА ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ**

Мисол тариқасида сейсмиклиги 7 балл бўлган ҳудудда қуриладиган, баландлиги  $H=70$  м бўлган грунтли тўғоннинг сейсмик мустаҳкамлигини баҳолаш ҳисоби билан танишиб чиқамиз (4.7-расм). Тўғоннинг юқори қисмининг кенглиги  $b_0=10$  м, қияликлари  $m_1 = m_2 = 1,75$ . Иншоот тоифаси II- синф. Замин грунги тоифаси ҳам II бўлсин. Тўғон материали (грунт)нинг характеристикаларини қуйидагича деб қарасак, яъни: ўртача солиштирма оғирлик  $\gamma = 1,9$  тк/м<sup>3</sup>, ўртача силжиш модули  $G=3000$  кгк/см<sup>2</sup>, Пуассон коэффиценти  $=0,25$ ; боғланиш (сцепления) коэффиценти  $C=0,8$  кгк/см<sup>2</sup> ва ички ишқаланиш бурчаги  $=30^\circ$ .

Одатда, грунтли тўғонлар учун ҳисоб ишлари тўғоннинг 1 погон метр қалинликдаги қисми учун бажарилади, чунки бундай тўғонлар текис деформацияланиш ҳолатида ишлайди.

Ҳисоб жараёнини бажариш учун тўғоннинг кўндаланг профилини тенг 6 та бўлакка (отсекга) бўлиб (бундан кўп ёки кам қисмларга ҳам бўлиш мумкин), 6 массали ҳисобий схемани қабул қиламиз.

Бу ҳолда, ҳар бир бўлакнинг (отсекнинг) баландлиги  $h = \frac{H}{6} = 11,67$  м бўлади.



11.1 -расм. Грунтли тўғоннинг схемаси

Ҳар бир бўлак оғирлиги қуйидагича топилади, яъни

$$Q_k = F_k \cdot 1 \cdot \gamma$$

Бу ерда:  $F_k$  - ҳар бир бўлак юзаси ( $k=1,2,\dots,6$ );  $\gamma$  - тўғон материалнинг солиштирма оғирлиги; 1 - тўғоннинг бир погон метр қалинлигини билдиради.

Ҳар бир бўлак юзаси  $F_k$  трапециянинг юзи сифатида қуйидаги формуладан аниқланади:

$$F_k = \frac{b_{k-1} + b_k}{2} h$$

Бунда:  $h=11,67$  м;  $b_0=10$  м;  $b_1=50,83$  м;  $b_2=91,67$  м;  $b_3=132,5$  м;  
 $b_4=173,34$  м;  $b_5=214,7$  м;  $b_6=255,0$  м бўлиб,



$$F_1 = \frac{10 + 50,83}{2} \cdot 11,67 = 354,8 \text{ м}^2,$$

$$F_2 = \frac{50,83 + 91,67}{2} \cdot 11,67 = 831,3 \text{ м}^2,$$

$$F_3 = \frac{91,67 + 132,5}{2} \cdot 11,67 = 1307,7 \text{ м}^2,$$

$$F_4 = \frac{132,5 + 173,34}{2} \cdot 11,67 = 1784,1 \text{ м}^2,$$

$$F_5 = \frac{173,34 + 214,17}{2} \cdot 11,67 = 2261,1 \text{ м}^2,$$

$$F_6 = \frac{214,17 + 255,0}{2} \cdot 11,67 = 2737,6 \text{ м}^2,$$

бўлади.

Ҳар бир бўлакнинг оғирлиги эса:

$$Q_1 = 674,1 \text{ тк}, \quad Q_2 = 1579,5 \text{ тк}, \quad Q_3 = 2484,6 \text{ тк},$$

$$Q_4 = 3389,8 \text{ тк}, \quad Q_5 = 4296,1 \text{ тк}, \quad Q_6 = 5201,4 \text{ тк} \quad \text{га}$$

тенг бўлади.

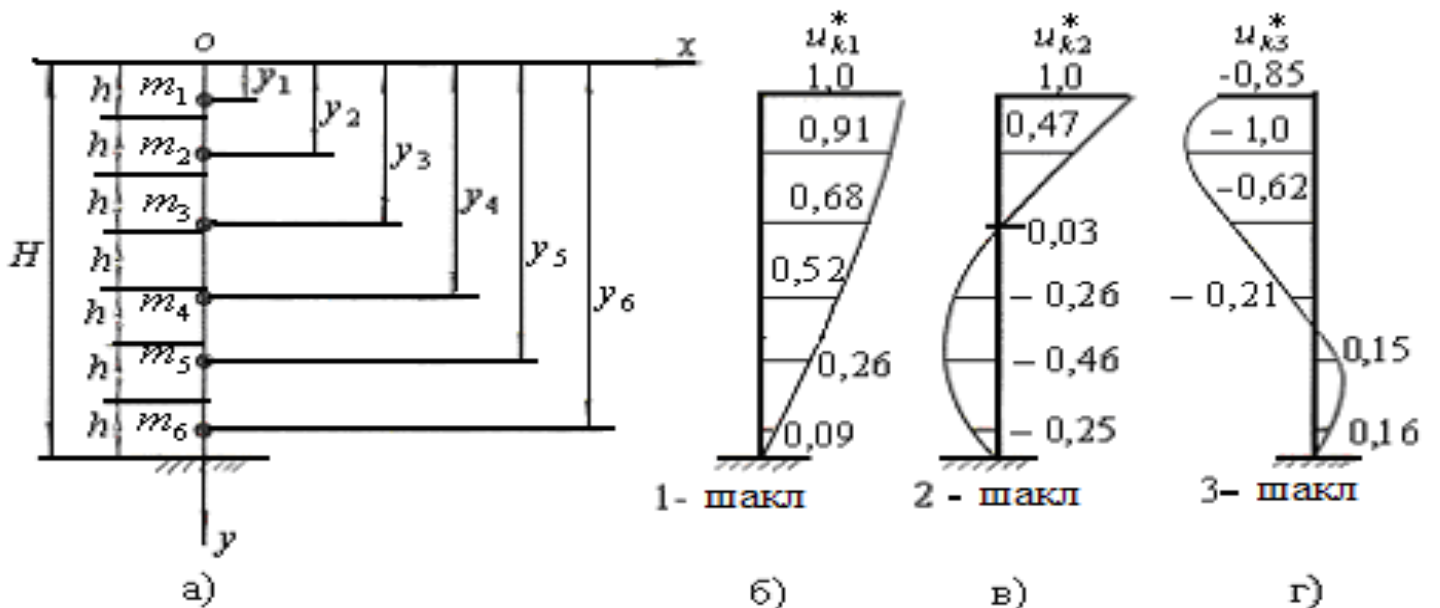
Ҳар бир бўлак оғирлик марказининг координатлари қуйидаги формуладан аниқланиб,

$$y_k = h(k - 1) + \frac{0,5hb_{k-1} + 0,33(b_k - b_{k-1})h}{b_{k-1} + 0,5(b_k - b_{k-1})}, \quad (k=1,2,\dots,6)$$

улар қуйидаги қийматларга эга бўлади (11.2а расм):

$$y_1 = 7,1 \text{ м}; \quad y_2 = 18,0 \text{ м}; \quad y_3 = 29,5 \text{ м}, \quad y_4 = 41,1 \text{ м}, \quad y_5 = 52,7 \text{ м}, \\ y_6 = 4,3 \text{ м}.$$

**11.2-расм. Грунтли тўғоннинг олти та массали модели (а) ва 3 та хусусий тебраниш шакллари (б,в,г)**



Агар грунтли тўғонни тақрибий ҳисоблашда силжиш понаси схемаси қўлланилса, у ҳолда тебранишнинг параметрлари силжиш деформациясига боғлиқ бўлади. Бу ҳолда тўғоннинг хусусий тебраниш даврларини (агар  $b_0 > 4\text{м}$  бўлса,  $b_0$ —тўғоннинг юқори қисмининг кенглиги) қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$T_i = \frac{2\pi H}{a_i V_s} \quad (11.1)$$

Бу ерда:  $H$ — тўғон баландлиги,  $a_i$ —хусусий тебраниш шаклари (формалари) номерига боғлиқ бўлган коэффициент бўлиб, унинг қийматлари:  $a_1=2,4$ ;  $a_2=5,52$ ;  $a_3=8,6$  деб олинади.  $V_s$  - кўндаланг тўлқиннинг тарқалиш тезлиги. Унинг қиймати грунтнинг механик хоссаларига боғлиқ бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$V_s = \sqrt{\frac{G \cdot g}{\gamma}} = \sqrt{\frac{3000 \cdot 981}{0,0019}} = 39356,7 \text{ см/сек} = 393,6 \text{ м/сек}$$

Одатда иншоотларнинг хусусий тебраниш даврлари ва шакллари танлаб олинган ҳисобий схема асосида мураккаб тенгламаларнинг ечимлари орқали аниқланади. Бунини утган дарсимизда икки массали система учун курганмиз. Биз кўраётган мисолимизда тўғоннинг тебраниш даврларини тақрибий формула (11.1) орқали топиб, тебраниш шаклларини эса шундай кўриниш ва қийматларга эга бўлади деб қабул қилаймиз (11.2 в,г-расмлар) .

Демак, (11.1) га асосан тўғоннинг хусусий тебраниш даври:

$$T_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 70}{2,4 \cdot 393,6} = 0,463 \text{сек},$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 70}{5,52 \cdot 393,6} = 0,202 \text{сек},$$

$$T_3 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 70}{8,65 \cdot 393,6} = 0,13 \text{сек} \text{ бўлади.}$$

Шунга асосан, иккинчи категорияли (тоифали) грунтни эътиборга олиб олдинги маърузаларда курган графикдан ушбу иншоот учун динамик коэффициентни (биринчи шакл учун) аниқласак:

$$\beta_1(T_1) = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0,463} = 2,15 \text{ бўлиб, бошқа шакллар учун эса,}$$
$$\beta_2(T_2) = 3, \quad \beta_3(T_3) = 3 \text{ тенг бўлади.}$$

Тебраниш шакллари (11.2б,в,г-расмлар) дан фойдаланиб, утган маърузаларимизда куриб чиккан куйидаги формула ёрдамида тебранишларнинг шакл коэффициентлари ни аниқлаймиз, яъни:

$$\eta_{ki} = \frac{u_{ki}^* \sum_{k=1}^6 m_k u_{ki}^*}{\sum_{k=1}^6 m_k u_{ki}^{*2}} \quad (11.2)$$

$\eta_{ki}$  ни ҳисоблаш натижалари 11.1-жадвалда берилган.

Ҳар бир бўлакка тўғри келадиган сейсмик куч  $S_{ki}$  ни ҳам утган маърузаларимизда куриб чиккан куйидаги формула орқали аниқлаймиз, яъни:

$$S_{ki} = K_1 \cdot K_2 K_\psi \cdot Q_k \cdot A \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} \quad (11.3)$$

Формула таркибидаги коэффициентларнинг қийматлари:  $A=0,1$  (7 баллик зона учун),  $K_2=0,9$  (тўғон баландлиги  $H=60\div 100$ м бўлгани учун),  $K_\psi = 0,7$  (7 баллик зона учун),  $K_1=0,25$  деб қабул қилиниб,  $S_{ki}$  нинг ҳисоблаш натижалари 11.1 - жадвалда берилган.

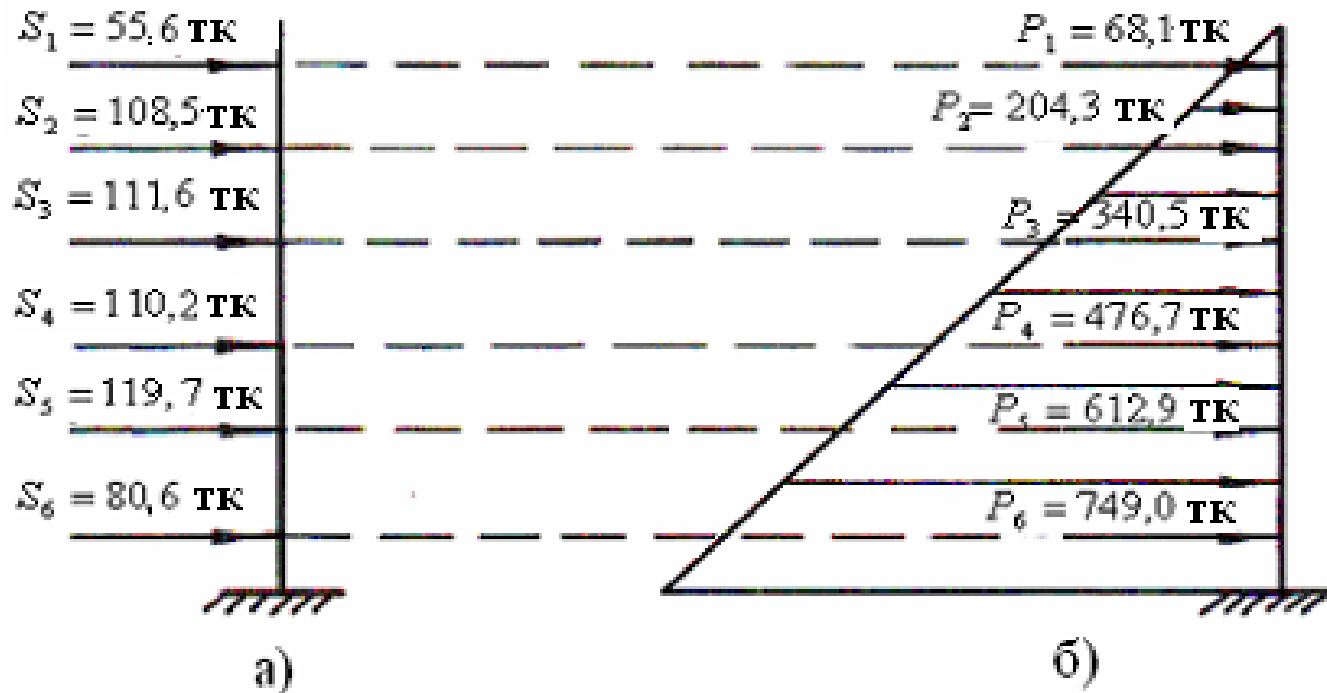
## 11.1 -жадвал

Бўлак		1	2	3	4	5	6
Оғирлиги, тК	$Q_k$	674,1	1579,5	2484,6	3389,8	4296,1	5201,4
Массаси, тКсек <sup>2</sup> /м	$m_k$	68,7	161,0	253,3	345,5	437,9	530,2
Меъёрлаштирилган хусусий тебраниш шаклларининг амплитудаси	$u_{k1}^*$	1,0	0,91	0,68	0,52	0,26	0,09
	$u_{k2}^*$	1,0	0,47	0,03	-0,26	-0,46	-0,25
	$u_{k3}^*$	-0,85	-1,0	-0,62	-0,21	0,15	0,16
Тебранишларнинг шакл коэффициент — лари	$\eta_{k1}$	1,63	1,48	1,10	0,84	0,42	0,15
	$\eta_{k2}$	-1,07	-0,50	-0,03	0,28	0,49	0,27
	$\eta_{k3}$	-0,73	-0,86	-0,53	-0,18	0,13	0,14
Ҳар бир шаклда ҳар бир массага тўғри келувчи сейсмик кучлар, тК	$S_{k1}$	37,2	79,15	92,54	96,41	61,10	30,11
	$S_{k2}$	-34,08	-37,31	-3,52	44,85	99,46	66,35
	$S_{k3}$	-23,25	-64,18	-62,22	-28,83	26,38	34,40
Ҳар бир массага таъ сир қиладиган ўрта квадрат сейсмик кучлар, тК	$S_k$	55,55	108,51	111,56	110,17	119,67	80,57
Ҳар бир массага таъ сир қиладиган гидростатик кучлар, тК	$P_k$	68,1	204,3	340,5	476,7	612,9	749,0

Ҳар бир бўлакка ёки массага таъсир этувчи ўрта квадрат сейсмик кучлар қуйидаги формуладан аниқланади:

$$S_k = \sqrt{S_{k1}^2 + S_{k2}^2 + S_{k3}^2} \quad (11.4)$$

11.1 -жадвалда топилган кучларнинг таъсир схемасини 11.3 -расмда келтирилгандек тасвирлаш мумкин.



**11.3 -расм. Тўғонга таъсир қилаётган кучларнинг схематик тасвири**



Ҳар бир массага таъсир этувчи сейсмик кучларнинг ўрта квадрат қийматларини аниқлаймиз:

$$S_1 = \sqrt{S_{11}^2 + S_{12}^2 + S_{13}^2} = \sqrt{(182,2)^2 + (48,7)^2 + (149,8)^2} = 240,8 \text{ тк};$$

$$S_2 = \sqrt{S_{21}^2 + S_{22}^2 + S_{23}^2} = \sqrt{(114,9)^2 + (-17,2)^2 + (-25,1)^2} = 118,9 \text{ тк};$$

$$S_3 = \sqrt{S_{31}^2 + S_{32}^2 + S_{33}^2} = \sqrt{(20,3)^2 + (-10,8)^2 + (69,9)^2} = 73,6 \text{ тк}.$$

Гравитацион тўғонларни ҳисоблашда сейсмик кучлардан ташқари, сувнинг гидростатик ва гидродинамик босимларидан (қўшилган массадан) вужудга келувчи горизонтал кучларни ҳам ҳисобга олиш зарур.

Бу горизонтал кучларнинг қиймати сув ҳавзасининг чуқурлигига боғлиқ бўлади. Гидродинамик босимдан ҳосил бўладиган горизонтал кучнинг қиймати сейсмик куч қиймати  $S_i$  ни  $K_{II}$  коэффициентга кўпайтириш орқали ( $S_i \cdot K_{II}$ ) топилади. Бу ерда  $K_{II}=(1,1 \div 1,3)$  бўлади.

Ҳар бир бўлакка сейсмик кучлардан ташқари, юқори бьеф томонидан сувнинг гидростатик босими таъсир этади (11.3б-расм) ва бу кучларнинг қийматлари қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P_k = \gamma_c \cdot \frac{h(k-1) + h \cdot k}{2} \cdot h, \quad (k=1,2,\dots,6). \quad (11.5)$$

Бу ерда  $\gamma_c = 1 \text{ тК/м}^3$  - сувнинг солиштирма оғирлиги.

$P_k$  нинг топилган қийматлари ҳам 11.1-жадвалда келтирилган.

Боғланган грунтлар учун тўғон бўлаги сирпаниш текислиги бўйича чегаравий – рухсат этилган уринма кучланиш

$\tau_K^{pэ}$  Кулон қонунига мувофиқ қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\tau_K^{pэ} = \frac{\sum_{n=1}^{n=k} Q_n}{F_k} \cdot \text{tg} \varphi + C \quad (11.6)$$

Бу ерда  $\sum_{n=1}^{n=k} Q_n$  - қаралаётган сирпаниш текислигидан юқорида жойлашган грунт бўлагининг оғирлиги;  $F_k$ -сирпаниш текислиги юзаси бўлиб, бўлак асоси узунлиги  $b_k$  нинг 1 га кўпайтмасига тенг;  $\varphi$  - табиий қиялик бурчаги ёки грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги;  $C$  – грунтнинг боғланиш (сцепление) коэффиценти.

Тўғоннинг сирпаниш текислигидан юқорида жойлашган қисмида вужудга келадиган уринма кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$\tau_k = \frac{\sum_{n=1}^{n=k} (S_n + P_n)}{F_k} \quad (11.7)$$

Шуларга асосан, тўғондаги грунтининг силжишдаги мустаҳкамлик шарти қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{\sum_{n=1}^{n=k} (S_n + P_n)}{F_k} \leq \frac{\sum_{n=1}^{n=k} Q_n}{F_k} \operatorname{tg} \varphi + C \quad (11.8)$$

Демак, грунтли тўғонларнинг алоҳида бўлакларининг мустаҳкамлигига силжишдаги чегаравий ҳолат бўйича баҳо бериш учун мустаҳкамликнинг заҳира (запас) коэффиценти тушунчасини қуйидагича киритиш мумкин, яъни:

$$K_k = \frac{\frac{\sum_{n=1}^{n=k} Q_n}{F_k} \operatorname{tg} \varphi + C}{\frac{\sum_{n=1}^{n=k} (S_n + P_n)}{F_k}} \quad (11.9)$$

## 11.2-жадвал

Бўлак №	1	2	3	4	5	6
Сирпаниш майдони $F_k = b_k \cdot l, \text{ м}^2$	50,83	91,67	132,5	173,3	214,2	255
$\sum_{n=1}^{n=k} (S_n + P_n), \text{ ТК}$	123,65	436,5	888,5	1475,4	2208,0	3037,6
$\sum_{n=1}^{n=k} Q_n, \text{ ТК}$	674,1	2253,6	4738,2	8128,0	12424,1	17625,5
$\sum_{n=1}^{n=k} Q_n \cdot \text{tg}\varphi, \text{ ТК}$	389,2	1300,3	2733,9	4689,8	7168,7	10169,9
$\frac{\sum_{n=1}^{n=k} Q_n \text{tg}\varphi}{F_k}, \text{ ТК/м}^2$	7,66	14,18	20,63	27,06	33,46	39,88
$\frac{\sum_{n=1}^{n=k} Q_n \text{tg}\varphi}{F_k} + C, \text{ ТК/м}^2$	15,66	22,18	28,63	35,06	41,46	47,88
$\frac{\sum_{n=1}^{n=k} (S_n + P_n)}{F_k}, \text{ ТК/м}^2$	2,43	4,76	6,70	8,51	10,31	11,91
$K_k$	6,4	4,6	4,2	4,1	4,0	4,0

Барча изланаётган миқдорларнинг қийматларини юқорида келтирилган формулалар ёрдамида топиб, аниқланган миқдорларни 11.2-жадвалга киритамиз.

Олинган натижалардан кўринадики тўғоннинг силжишга бўлган мустаҳкамлиги етарли (ҳар бир бўлак учун  $K_k > 1$ ) даражада бўлиб, мустаҳкамлиги тўла таъминланган.

# НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Тўғоннинг геометрик ва физик параметрларига нималар киради?
2. Тўғоннинг силжишдаги хусусий тебраниш даври қандай аниқланади?
3. Хусусий тебраниш даврини аниқлаш формуласи қандай параметрларга боғлиқ?
4. Грунтли тўғонда ҳар бир массага таъсир қиладиган сейсмик кучни урта квадрат қиймати қандай аниқланади?
5. Грунтли тўғонга таъсир қиладиган гидростатик босим қандай аниқланади?
6. Грунтли тўғонда чегаравий – рухсат этилган уринма кучланиш қандай аниқланади?
7. Грунтли тўғон учун сейсмик мустаҳкамлик шарти қандай ифодаланади?
8. Грунтли тўғонда сейсмик мустаҳкамликни захира коэффиценти қандай ифодаланади?

# Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирсаидов М.М., Султанов Т.З. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент, “Фан”.- 2012. - 240 бет. (Монография).
2. Мирсаидов М.М., Годованников А.М. Сейсмостойкость сооружений. Ташкент: «Узбекистан», 2008. - 220 стр. (Учебное пособие).
3. Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Inshootlar zilzilabardoshligi (O'quv qo'llanma). Toshkent, “Shams”.- 2013. - 244 бет. (O'quv qo'llanma).
4. Мирсаидов М.М. Теория и методы расчета грунтовых сооружений на прочность и сейсмостойкость. Ташкент: «Фан», 2010.- 312 стр. (Монография).
5. Бестужева А.С. Расчет сейсмостойкости сооружений. М.: Изд-во МИСИ-МГСУ. 2020. – 55 с.



## Фойдаланилган адабиётлар

6. Саркисов Д.Ю. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Томск: Изд-во Том.гос.архит.-строит.ун-та. 2021. -364 с.
7. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Киев: 2008. – 480 с.
8. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978. 311 с.
9. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. М.: Высшая школа, 1983. 304 с.
10. Зилзилавий худудларда курилиш. КМК 2..01.03.-96. УзР Давлат Архитектура ва Курилиш Кумитаси. Тошкент.1997.



**TIQXMMI**  
"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI"  
**MTU**  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI



# ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАХМАТ!



**МИРСАИДОВ МИРЗИЁД МИРСАИДОВИЧ**



 + 998 71 237 09 81

 [theormir@mail.ru](mailto:theormir@mail.ru)

**ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИНГ  
ДИНАМИКАСИ ВА ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ**