

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

Методические указания к практическим работам

Гидроэнергетические изыскания, геодезия

Ташкент – 2021

Составители: Хамдамов Б., Каримова Н. Э.

Методические указания к практическим работам «Гидроэнергетические изыскания, геодезия» / Ташкент, ТашГТУ, 2021. 76с.

Данные методические указания, предназначены для студентов-бакалавров, обучающихся по специальности «Гидроэнергетика», направления 5310100-Энергетика. Методические указания соответствуют государственному образовательному стандарту дисциплины «Гидроэнергетические изыскания, геодезия».

В методических указаниях по курсу «Гидроэнергетические изыскания, геодезия» рассмотрены примеры решения задач по различным тематике предмета, изложены основные положения, приведены необходимые методы расчета. Методические указания содержат краткие теоретические сведения и состоят из практических задач. Приведены основные понятия гидрологии, гидрометрии и геодезии, краткие справочные данные, расчетные зависимости, примеры решения задач и задачи для самостоятельного решения. Приведенные задачи могут быть использованы при проведении практических занятий, текущего, промежуточного и итогового контрольных заданий и при составлении домашних заданий.

Печатаются по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета
Протокол №3 от 25 ноября 2020г

Рецензенты:

доц, к.т.н., Низамов О.Х. (ТашГТУ)

доц, к.т.н., Э.К. Кан (ТИИиМСХ)

© Ташкентский государственный технический университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Разработка проектов гидроэнергетических сооружений, эксплуатации водных ресурсов или борьбы с их загрязнением сопровождается различными видами исследований местности, на которой планируется их возведение. Такие исследования объединяют под единым понятием гидроэнергетические изыскания - работы (полевые и камеральные) по сбору данных о состоянии местности на момент проектирования.

Изучаются все доступные геодезические, геологические, картографические, гидрологические и прочие материалы, касающиеся района исследований. Помимо предварительной рекогносцировки местности включает в себя ряд измерительных работ.

Собираются данные, полученные за время проведения всех исследований, создаются необходимые карты, планы, профили, срезы, все документы собираются в единый отчет, который передается заказчику. Состав работ может изменяться в зависимости от ситуации на местности и требований заказчика. Однако обязательными всегда являются геодезические, геологические, промерочные, гидрологические и метеорологические исследования.

Геодезия - одна из древнейших наук. Слово «геодезия» образовано из двух слов: «земля» и «разделяю», а сама наука возникла как результат практической деятельности человека по установлению границ земельных участков, строительству оросительных каналов, осушению земель.

Современная геодезия - многогранная наука, решающая сложные научные и практические задачи. Это наука об определении формы и размеров Земли, об измерениях на земной поверхности для отображения ее на планах и картах. Задачи геодезии решаются на основе измерений, выполняемых геодезическими инструментами и приборами. В геодезии используют положения математики, физики, астрономии, картографии, географии и других научных дисциплин.

Геодезия подразделяется на высшую, космическую, топографию, фотограмметрию и инженерную (прикладную) геодезию. Каждый из этих разделов имеет свой предмет изучения, свои задачи и методы их решения, т. е. является самостоятельной научно-технической дисциплиной.

Высшая геодезия изучает фигуру и размеры Земли, методы определения координат точек на поверхности для территории всей страны.

Космическая геодезия решает геодезические задачи с помощью искусственных спутников Земли.

Топография рассматривает способы изучения земной поверхности и изображения ее на картах и планах.

Фотограмметрия решает задачи измерений по аэрофото- и космическим снимкам для различных целей, в том числе для получения карт и планов, обмеров зданий и сооружений и т. п.

Инженерная геодезия изучает методы геодезического обеспечения при разработке проектов, строительстве и эксплуатации разнообразных сооружений, а также при изучении, освоении и охране природных ресурсов.

Несмотря на многообразие инженерных сооружений при их проектировании и возведении решаются следующие общие задачи:

- ✓ получение геодезических данных при разработке проектов строительства сооружений (инженерно-геодезические изыскания);
- ✓ определение на местности основных осей и границ сооружений в соответствии с проектом строительства (разбивочные работы);
- ✓ обеспечение в процессе строительства геометрических форм и размеров элементов сооружения в соответствии с его проектом, геометрических условий установки и наладки технологического оборудования;
- ✓ определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных данных (исполнительные съемки);
- ✓ изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате деятельности человека.

Для решения каждой из указанных задач применительно к разным видам сооружений существуют свои методы, средства и требования к точности их выполнения. Например, при инженерно-геодезических изысканиях в основном производят измерения для составления карт и планов, на которых изображают то, что есть на местности, а при строительстве здания, наоборот, определяют на местности то место, где здание должно располагаться по проекту. Конструкции здания устанавливают на предусмотренные проектом

места с погрешностью 5... 10 мм, детали заводского конвейера - 1 ... 2 мм, а оборудование физических лабораторий (ускорителей ядерных частиц) - 0,2...0,5 мм.

Инженерная геодезия тесно связана с другими геодезическими дисциплинами и использует методы измерений и приборы, предназначенные для общегеодезических целей. В то же время для геодезического обеспечения строительно-монтажных работ, наблюдений за деформациями сооружений и других подобных работ применяют свои приемы и методы измерений, используют специальную измерительную технику, лазерные приборы и автоматизированные системы.

Инженерно-геодезические измерения выполняют непосредственно на местности в различных физико-географических условиях, поэтому необходимо заботиться об охране окружающей природы: не допускать повреждений лесов, сельскохозяйственных угодий, не загрязнять водоемы.

Решение современных задач геодезии связано с обеспечением и улучшением качества строительства зданий и сооружений, промышленных и жилых комплексов, дорог, линий электропередачи и связи, магистральных трубопроводов, энергетических объектов, объектов агропромышленного комплекса и др. Для этого требуется большое число квалифицированных работников, способных обеспечить строительство важных объектов.

Зачатки геодезии возникли в глубокой древности, когда появилась необходимость установления границ земельных участков, строительства оросительных каналов, осушения земель. Название «геодезия» впервые употребил Аристотель. Первую попытку вычислить размеры Земли предпринял Эратосфен в III веке до н. э.

Развитие современной геодезии началось в XVII веке в Западной Европе, когда были изобретены зрительная труба, ставшая основой для создания нивелира и теодолита, и барометр, ставший первым инструментом для определения высот точек земной поверхности. Важнейшим этапом в развитии геодезии стала разработка В.Снеллиусом (голландский математик, физик и астроном) в 1615-17 годах метода триангуляции. Этот метод в дальнейшем позволил создать обширные сети геодезических пунктов, являющиеся основой всех видов геодезических измерений.

Для определения фигуры Земли с XVII века осуществлялись градусные измерения длины дуги меридиана. Кроме градусных

измерений, для решения вопроса о виде Земли служили также и определения величины силы тяжести в различных местах земной поверхности из наблюдений над качанием маятника (гравиметрия)

Во второй половине XX века для решения геодезических задач стали использоваться геодезические спутники. С 1990-х годов большинство геодезических задач решаются с использованием спутников, образующих спутниковые системы позиционирования.

Практическое задание 1

Расчет гидравлических параметров больших каналов с грунтовым руслом .

Дано :

- 1) Расход : $Q = 245 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) Размер частиц грунта, из которых состоит русла канала:
 $K = 0,15 \text{ мм}$;
- 3) Параметр, связанный с размером частиц:

$$\alpha_1 = \frac{K}{K_1} = \frac{0,15}{0,30} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{K_s}{K} = 2,0 \rightarrow K_s = 2,0 \cdot 0,15 = 0,30$$

- 4) Несвязанные грунты;
- 5) Коэффициент откоса стенок канала: $m = 2$
- 6) Коэффициент шероховатости дна русла $n = 0,030$
- 7) Расчётная скорость: $v_p = 1,1v_{доп}$; $v_{доп}$ - допустимая скорость на размыв.

II. Определить:

- 1) Значение глубины (h_m) в середине канала;
- 2) Значение допустимой скорости ($v_{доп}$) на канале ;
- 3) Значение уклона канала (i);
- 6) Значения (B_p и b_p) расчётной ширины канала;
- 7) Значение расчётного расхода воды (Q_p) в канале;
- 8) Среднее значение скорости (v_{cp}) на канале;
- 9) Среднее значение глубины (h_{cp}) поперечного сечения канала;
- 10) Определить расчет расхода воды

III. Проанализировать результаты расчетов

Порядок выполнения работ

1. Принять значение глубины h_m в середине канала. $h_m = 10\text{м}$. При определении величины h_m , учитывается расход воды

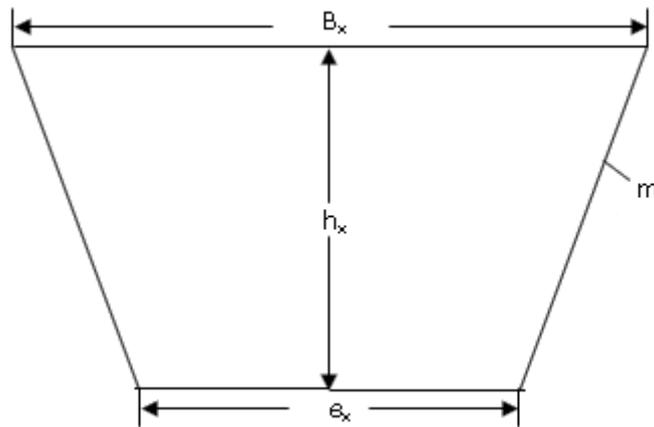


Схема поперечного профиля трапецеидального канала

2. Допустимая скорость потока на размыв зависит от типа грунта и определяется по таблице 1.1:

$$v_{\text{доп}} = v_{\text{доп}(h=1\text{м})} \cdot h_M^{0,2},$$

$$v_{\text{доп}(h=1\text{м})} = 0,7 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{доп}} = 0,7 \cdot 10^{0,2} = 0,7 \cdot 1,58 = 1,109 \text{ м/с}$$

3. Расчетная скорость

$$v_p = 1,19 v_{\text{доп}} = 1,1 \cdot 1,109 = 1,21 \text{ м/с}$$

4. Расчет уклона канала

Для больших каналов можно принимать $R = \frac{h}{2}$

$$i = \frac{v_p^2}{(C_p^2 \cdot h_m)} = \frac{1,21^2}{43,6^2 \cdot 10} = \frac{0,476}{19009,6} = 0,000076$$

Расчетное значение коэффициента А.Шези

$$C_p = \frac{1}{n} * R^{1/6}$$

$$C_p = \frac{1}{0,030} * 5^{\frac{1}{6}} = 43,6 \frac{\sqrt{M}}{c}$$

Его можно определить по таблице в соответствии h° и n

6. Определить расчетную ширину канала:

$$B = b + 2mh = 63 + 2 * 5 * 10 = 163 \text{ м}$$

$$b = \sqrt[3]{Q^2} = \sqrt[3]{500^2} = 63 \text{ м}$$

7. Расчет средней скорости в поперечном сечении

$$Q_{cp} = \frac{Q_p}{1,13} = \frac{1,21}{1,13} = 1,07 \text{ м}^3/\text{с}$$

8. Расчёт средней глубины в поперечном сечении

$$a) \omega_x = (b + m \cdot h_m) \cdot h_m = (63 + 5 \cdot 10)10 = 1130 \text{ м}^2;$$

$$б) h_{урт} = \frac{\omega_x}{B_x} = \frac{1130}{163} = 17,93 \text{ м}$$

9. Определить расчетный расход воды:

$$Q_p = \omega_p \cdot Q_{cp} = 1130 \cdot 1,07 = 1209 \text{ м}^3/\text{с}$$

Анализ результатов (образец)

В практической работе мы узнали, как рассчитать гидравлические параметры большого канала с грунтовым руслом. Используя эти результаты, рассчитываем несколько параметров канала. Результаты показывают, что с учетом вышеуказанных параметров можно спроектировать канал и затем построить его. Если относительная погрешность составляет больше 3%, то значение h_m необходимо пересчитать заново.

Варианты для практических работ №1

Таблица-1.1

Тип грунта	$Q_T, \text{ м}^3/\text{с}$
Средний и мелкий песок	0.45 – 0.6
Крупный песок	0.6 – 0.75
Мелкий гравий	0.75 – 0.9
Гравий средней крупности	0.9 – 1.1
Крупный гравий	1.1 – 1.3
Мелкий камень	1.3 – 1.4
Средний камень	1.4 – 1.8
Крупный камень	1.8 – 2.2
Мелкий песчаный грунт	0.7 – 0.9

Варианты для практических работ №1

Таблица- 1.2

Номера вариантов	Q , м ³ /с	K , мм	K_5/K	m
1	500	0,15	2,0	5
2	600	0,15	2,0	5
3	700	0,20	2,0	5
4	750	0,20	3,0	6
5	800	0,18	3,0	6
6	850	0,20	3,0	6
7	900	0,25	4,0	7
8	100	0,25	4,0	7
9.	1100	0,27	4,0	7
10.	1150	0,28	5,0	8

Практическое задание №2

Тема: Расчет критической скорости потока

Дано :

- 1.Ширина равномерного потока в русле с прямоугольным поперечным сечением– B
2. Глубина русла – h_1 ;
3. Показатель среднего размера глубины русла – K ;
4. Соотношения 5% фракции и среднее значение – K_5/K ;
5. Плотность - ρ механические показатели связанных грунтов

II. Выполнить следующие:

- Рассчитать критические скорости потока русла с несвязанными грунтами разными способами
- Повторить расчёты для связанных грунтов

III. Анализ результатов расчётов

Ход выполнения работ

В зависимости от исходных данных варианта определяем следующие:

$$B = 540 \text{ см,}$$

$$h_1 = 20 \text{ см,}$$

$$K = 0,008 \text{ мм,}$$

$$K_5/K = 2,5 \quad K_I = 0,005 \text{ мм}, \quad \rho = 2760 \text{ кг/м}^3 = 2,76 \text{ г/см}^3$$

1. Расчёт критических (граничных) скоростей для несвязанного грунта

1.1 Определение скоростей (\mathcal{G}_H) по зависимости В.Н.Гончарова, определить несмываемую скорость (\mathcal{G}_H) для глубин ($i=1,2,3,4$) с помощью $h_i=i \cdot h_I$. Выполняем расчёты для разных значений h

а) $h_1 = 20 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_H = \lg \frac{8,8 h_1}{K} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho) K_I}{3,5 \cdot \rho}} = \lg \frac{8,8 \cdot 20}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{3,5 \cdot 1}} = 4,34 \text{ см/с.}$$

б) $h_2 = 2 \cdot h_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_H = \lg \frac{8,8 \cdot 40}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{3,5 \cdot 10}} = 4,61 \text{ см/с.}$$

в) $h_3 = 3 \cdot h_1 = 3 \cdot 20 = 60 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_H = \lg \frac{8,8 \cdot 60}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{3,5 \cdot 1,0}} = 4,76 \text{ см/с.}$$

г) $h_4 = 4 \cdot h_1 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_H = \lg \frac{8,8 \cdot 80}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{3,5 \cdot 1,0}} = 4,87 \text{ см/с.}$$

1.2. Определение скоростей перемещения (\mathcal{G}_H) для глубин $h_i=i \cdot h_I$ ($i=1,2,3,4$) по выражению В.Н. Гончарова.

Расчёты выполняем для разных значений h

а) $h_1 = 20 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_C = \lg \frac{8,8 \cdot h_1}{K} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho) K}{1,75 \cdot \rho}} = \lg \frac{8,8 \cdot 20}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{1,75}} = 6,17 \text{ см/с.}$$

б) $h_2 = i \cdot h_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_C = \lg \frac{8,8 \cdot h_2}{K} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho) K}{1,75 \cdot \rho}} = \lg \frac{8,8 \cdot 40}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{1,75 \cdot 1}} = 6,55 \text{ см/с.}$$

в) $h_3 = i \cdot h_1 = 3 \cdot 20 = 60 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_C = \lg \frac{8,8 \cdot h_3}{K} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho) K}{1,75 \cdot \rho}} = \lg \frac{8,8 \cdot 60}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{1,75 \cdot 1}} = 6,77 \text{ см/с.}$$

г) $h_4 = i \cdot h_1 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ см};$

$$\mathcal{G}_C = \lg \frac{8,8 \cdot h_4}{K} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho) K}{1,75 \cdot \rho}} = \lg \frac{8,8 \cdot 80}{0,02} \sqrt{\frac{2 \cdot 981 \cdot (2,76 - 1) \cdot 0,0005}{1,75 \cdot 1}} = 6,92 \text{ см/с.}$$

1.3. Несмещаемую скорость \mathcal{G}_H с помощью эмпирической формулы Г. И. Шамова

$$\mathcal{G}_H = 3,7 \cdot K^3 \cdot h_1^6 ;$$

а) $h_1 = 20$ см;

$$\mathcal{G}_H = 3,7 \cdot 0,0008^3 \cdot 20^6 = 0,56 \text{ см/с.}$$

б) $h_2 = 40$ см;

$$\mathcal{G}_H = 3,7 \cdot 0,0008^3 \cdot 40^6 = 0,63 \text{ см/с.}$$

в) $h_3 = 60$ см;

$$\mathcal{G}_H = 3,7 \cdot 0,0008^3 \cdot 60^6 = 0,67 \text{ см/с.}$$

г) $h_4 = 80$ см;

$$\mathcal{G}_H = 3,7 \cdot 0,0008^3 \cdot 80^6 = 0,71 \text{ см/с.}$$

1.4. Рассчитать скорость передачи - \mathcal{G}_C с помощью Г.И. Шамова

$$\mathcal{G}_C = 6,0 \cdot K^3 \cdot h_1^6 ;$$

а) $h_1 = 20$ см;

$$\mathcal{G}_C = 6,0 \cdot 0,0008^3 \cdot 20^6 = 0,92 \text{ см/с.}$$

б) $h_2 = 40$ см;

$$\mathcal{G}_C = 6,0 \cdot 0,0008^3 \cdot 40^6 = 1,03 \text{ см/с.}$$

в) $h_3 = 60$ см;

$$\mathcal{G}_C = 6,0 \cdot 0,0008^3 \cdot 60^6 = 1,09 \text{ см/с.}$$

г) $h_4 = 80$ см;

$$\mathcal{G}_C = 6,0 \cdot 0,0008^3 \cdot 80^6 = 1,15 \text{ см/с.}$$

Результаты расчёта

Таблица-2.1

№ п/п	h	По формуле В.Н.Гончарова		По формуле Г.И.Шамова	
		$\mathcal{G}_H, \text{ см/с}$	$\mathcal{G}_C, \text{ см/с}$	$\mathcal{G}_H, \text{ см/с}$	$\mathcal{G}_C, \text{ см/с}$
1.	20	4,34	6,17	0,56	0,92

2.	40	4,61	6,55	0,63	1,03
3.	60	4,76	6,77	0,67	1,09
4.	80	4,87	6,92	0,71	1,15

Расчет \mathcal{G}_H и \mathcal{G}_C для несвязанного грунта:

Расчеты выполняются тремя способами:

1.С помощью Ц.Е.Мирцхулова

$$a) \mathcal{G}_H = 1,25 \sqrt{\frac{2 \cdot m}{2,6 \cdot \rho \cdot h_1}} [(\rho_1 - \rho) \cdot g \cdot K + 1,25 \cdot C_{yn}'' \cdot K_1];$$

$$б) \mathcal{G}_C = 1,25 \sqrt{\frac{2 \cdot m}{1,3 \cdot \rho \cdot h_1}} [(\rho_1 - \rho) \cdot g \cdot K + 1,25 \cdot C_{yn}'' \cdot K_1];$$

2. Используя приведенные выше уравнения, аналогичным выражением В.И.Гончарова и Г.И.Шамова (см.п.п.1.2, 1.3 и 1.4)

3 Анализ результатов расчетов

Произвели расчет критической скорости потока во 2-практической работе. Используя заданные значения, рассчитаем по формуле В.Н.Гончарова для разных глубин несмещаемой скорости. Далее с помощью формулы В.Н.Гончарова для этих глубин выполняем расчет несмещаемой скорости.

Вместе с тем с помощью формулы Г.И.Шамова для заданных глубин производим расчет несмещаемой и смещаемой скорости. Результаты расчетов двумя способами вводим в таблицу, далее с целью повторения расчетов для связанных грунтов предлагаются существующее методы расчетов. Эти расчеты выполняются самостоятельно.

Варианты для практических занятий № 2

Таблица-2.2

Номера вариантов	B	h_1	Связанные грунты		Несвязанные грунты	Плотность
	$см$		$R_1, мм$	K_5/K	$K_1, мм$	
1.	540	20	0,08	2,5	0,005	Очень плотный
2.	540	20	0,12	2,5	0,006	
3.	750	30	0,25	2,5	0,007	
4.	960	40	0,40	2,0	0,008	
5.	1200	50	0,95	2,0	0,009	
6.	1200	50	1,00	2,0	0,011	Плотный
7.	1200	50	1,30	2,0	0,010	

8.	1700	80	1,50	2,0	0,012	
9.	1800	80	2,0	2,0	0,013	
10.	1900	80	2,50	2,0	0,014	

Практическое задание №3

Тема: Построение поперечного профиля русла реки и расчет ее морфометрических элементов.

I. Дано: Выписки из журналов по измерению глубины (таблица уровня воды, таблицы расстояний и глубины *H.T.P.* (начальной точки реки)).

II. Выполнить следующее:

1. Пересчитать таблицу уровня воды и найти уровень воды выше графика «0»;
2. Обрабатывается таблица глубины и глубины дна русел для всех вертикальных площадей и для всех измеренных точек (Таблица 3.2)
3. Построить поперечный профиль русла реки из таблицы на основе полученных результатов (рисунок 3.1)
4. Рассчитать все морфометрические элементы русла реки.

III. Проанализировать результаты проделанной работы.

Порядок работы

1. Обрабатывать таблицы уровня воды в журнале, графическая высота "0" находится на уровне воды.
2. Таблица глубины обрабатывается и рассчитывается по глубине дна русел для всех вертикальных площадей и для всех измеренных точек (Таблица 3.2)
3. Поперечный профиль русла реки строится на основе полученных результатов
4. Морфометрические элементы русла реки определяются на основе поперечного профиля и расчетных результатов.

Таблица-3.1.

H, см	Рейка №	Счет	Превышение	«0»гр. плоскость	Измерение
Начало	3	33	235	268	расход
Конец	3	32	235	267	Срезка

Обработка таблицы глубин

Таблица-3.2

Но- мера верти- кали	Рассто- яние от <i>НТР</i>	Сред- няя глуби- на	Рабо- чая глуби- на	Размеры между вертикалей			Глуби- на дна русел
				<i>h, м</i>	<i>в, м</i>	<i>f, м²</i>	
л.б	13,2	0,00	0,00	0,20	2,2	0,44	909,68
1	15,0	0,40	0,40	0,65	2,5	1,63	909,28
2	17,5	0,90	0,90	1,03	2,5	2,58	908,78
3	20,0	1,16	1,16	1,19	2,5	2,98	908,52
4	22,5	1,22	1,22	1,21	2,5	3,03	908,46
5	25,0	1,20	1,20	1,15	2,5	2,88	908,48
6	27,5	1,11	1,11	1,13	2,5	2,83	908,57
7	30,0	1,16	1,16	1,29	2,5	3,23	908,52
8	32,5	1,42	1,42	1,46	2,5	3,65	908,26
9	35,0	1,50	1,50	1,55	2,5	3,83	908,18
10	37,5	1,56	1,56	1,54	2,5	3,85	908,12
11	40,0	1,52	1,52	1,61	2,5	4,03	908,16
12	42,5	1,70	1,70	1,69	2,5	4,23	907,98
13	45,0	1,67	1,67	1,73	2,5	4,33	908,01
14	47,5	18,0	18,0	1,75	2,5	4,38	907,88
15	50,0	1,70	1,70	1,55	2,5	3,88	907,98
16	52,5	1,40	1,40	1,15	2,5	2,88	908,28
17	55,0	0,90	0,90	0,55	2,5	1,32	908,78
18	57,5	0,20	0,20	0,10	1,4	0,14	909,48
п.б.	58,9	0,00	0,00				909,68

Определить морфометрические элементы реки

- 1) Ширина реки $B = b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n = 46 \text{ м}$;
- 2) Площадь живого сечения $\Omega = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n$
- 3) здесь $f_1 = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot b_1$; $f_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot b_2$; $f_n = \frac{h_{n-1} + h_n}{2} \cdot b_n$;
- 4) смоченный периметр $\chi = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$; $\chi = 47,44 \text{ м}$
- 5) здесь $a_1 = \sqrt{b_1^2 + h_1^2}$; $a_2 = \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} \dots$;
- 6) Гидравлический радиус $R = \frac{\Omega}{\chi} = \frac{52,79}{47,44} = 1,11 \text{ м}$;
- 7) Средняя глубина $h_{cp} = \frac{\Omega}{B} = \frac{52,79}{46} = 1,15 \text{ м}$;
- 8) Максимальная глубина $h_{max} = 1,80 \text{ м}$.

III. Анализ проделанной работы

Целью данного задания было проанализировать результаты измерений глубин реки, построить поперечный профиль русла реки и рассчитать ее морфометрические элементы. Все расчеты производятся в таблицах. (таблицы 2.1.1., таблицы 2.1.2). Поперечный профиль реки построится на основе данных таблицы. Затем рассчитываются все морфометрические элементы русла реки.

Практическое задание №4

Тема: Работа с масштабами

Цель: Учиться работать в числовом масштабе; изучить использование линейных и поперечных масштабов.

Обязательные учебные предметы: линейка

Дано - Приложение I.

Задача 1. Работать в числовом масштабе.

Режим работы:

1. По плану рассчитать длину линии в сантиметрах, на месте в метрах.

$L (\text{см}) = \frac{d \text{ м}}{M} \cdot 100$, где $L (\text{см})$ - длина линии, м;

M - знаменатель масштабирования.

Таблица-4.1

Масштаб	На месте в метрах, м	Длина линии в плане, см
100	45,80	45,8
2500	231,75	9,27
20000	142,0	0,71
2000	25	1,25

1. Измерить длины линии на основании сантиметровых измерений.
 $d_m = L(\text{см}) * M : 100$, здесь d_m – длина линии в плане, см;

Таблица-4.2

Масштаб	Длина линии в плане, см	Длина линии на местах, м
100	45,8	45,80
2500	9,27	231,75
20000	0,71	142,0
2000	1,25	25

Практическое задание №5

Тема: Продольный профиль каналов

Основным рабочим чертежом при строительстве оросительных каналов является продольный профиль, на котором указываются все проектные размеры, высотные отметки и объемы земляных работ. Горизонтальный масштаб принимается равным масштабу плана проектируемого орошаемого участка (1:5000, 1:10000), а вертикальный в сто раз больше. Профили строятся падением слева направо, начиная с самого младшего канала - временного оросителя.

На спланированных площадях продольные профили временных оросителей не строятся. Для увязки уровней устанавливается только отметка уровня воды в голове временного оросителя. На неспланированных площадях со сложным рельефом, не обеспечивающим естественного продольного уклона временных оросителей, предусматривается создание земляной подушки за счет срезок и подсыпок для получения командного уровня. Ширина подушки достигает 7 м при орошении дождеванием и 4 м при самотечных способах полива. Высота земляных подушек обычно не превышает 0,3-0,5 м, откосы не менее 1:4. Для установления размеров и расположения земляной подушки по трассе временного оросителя строится продольный профиль поверхности земли. На участках с обратными уклонами наносится проектная линия спланированной трассы так, чтобы объем срезки несколько превышал объем подсыпки. На участках с нулевым уклоном линия

проводится с минимальным допустимым уклоном ($i=0,0002$). Все отметки и размеры выписываются под профилем.

Построение продольного профиля участкового распределителя выполняется в следующей последовательности:

1. Строится продольный профиль поверхности земли по трассе распределителя.
2. На профиле показываются условными обозначениями оси водовыпусков во временные оросители.
3. На осях водовыпусков точками отмечаются отметки уровней воды во временных оросителях и точки командования максимального уровня воды распределителя.
4. Положение максимального уровня воды в участковом распределителе устанавливается графически. Для этого через диктующую точку проводится линия с расчетным уклоном дна распределителя.
5. Отметки уровня воды $Z_{ув,мах}$, м, в других сечениях вычисляются по формуле:

$$Z_{ув,мах} = Z_{ув,мах,д.т} \pm i_k \cdot L_{д.т} \quad (5.1)$$

где - $Z_{ув,мах,д.т}$ отметка уровня воды в диктующей точке, м;

i_k - уклон дна участкового распределителя;

$L_{д.т}$ - расстояние от диктующей точки до расчетного сечения, м.

6. Определяются отметки дна канала $Z_{дна}$, м:

$$Z_{дна} = Z_{ув,мах} - h_{у.р, \max} \quad (5.2)$$

где $h_{у.р, \max}$ - максимальная глубина воды в участковом распределителе, м

7. Превышение гребня дамбы канала над максимальным уровнем воды принимается согласно СНиП 2.06.03-85,

8. Вычисленные отметки, расстояния и уклоны записываются в соответствующие графы под профилем.

Построение продольных профилей внутрихозяйственных, хозяйственных и межхозяйственных распределителей и увязка уровней воды выполняется в той же последовательности. Только в каналах постоянного действия дополнительно показывается форсированный уровень воды, относительно которого вычисляются отметки гребня дамб.

Если расчетный уклон канала меньше среднего уклона местности, то проектирование продольного профиля выполняется с применением сопрягающих сооружений (перепадов). Количество и места их расположения определяются рельефом местности и

протяженностью канала. Сопрягающие сооружения обычно совмещаются с водоподпорными и располагаются ниже водовыпусков в младшие каналы. Ширина дамб каналов по верху и ширина берм принимаются из условия производства работ и удобства эксплуатации. Поперечное сечение канала строится для одного или нескольких характерных сечений с указанием пикета и основных параметров.

Пример: Допустимая скорость движения воды в каналах.

Вода в незакрепленных руслах каналов, взаимодействуя при движении с дном и стенками (откосами) каналов, разрушает их, захватывая частицы грунта и транспортирует их, перемещая в придонном слое во взвешенном состоянии, Скорость течения воды, при которой происходит постоянное движение частиц грунта, называется размывающей, Частицы грунта, образовавшиеся за счет размывания каналов и в процессе смыва с откосов и берегов каналов, образуют твердый сток. В процессе перемещения взвешенные частицы твердого стока при определенных скоростях движения воды могут откладываться в каналах. Скорость движения воды, при которой наносы поддерживаются потоком во взвешенном состоянии, называется незаиляющей.

Проектируя осушительные системы, необходимо принимать скорости течения выше незаиляющих и ниже размывающих, при гидравлических расчетах каналов рекомендуется принимать определенные максимально допустимые скорости (табл.5.1.).

Табл.5.1 Максимально допустимые скорости воды в каналах

Грунт	Размер фракций, мм	Скорость, м/с
Песок: крупный средний мелкий	1,0 - 2,5 (90% от веса)	0,60 – 0,75
	0,25 – 1,0 (80% от веса)	0,45 – 0,60
	0,05 – 0,25 (80% от веса)	0,35 – 0,45
Суглинок: тяжелый средний мелкий	0,01 (35% от веса)	0,70 – 1,30
	0,01 (22% от веса)	0,60 – 1,00
	0,01 (17% от веса)	0,50 – 0,70

Примечание. Минимальные скорости принимаются равными 0,2 – 0,4 м/с

Уклоны дна каналов. С учетом обеспечения неразмываемости и незаиляемости русла для каналов регулирующей сети уклоны дна принимаются в пределах 0,0007 – 0,005. При малых уклонах поверхности в условиях плоского рельефа допускается снижение

уклонов до 0,0005. При осушении незначительных водосборов и устройстве одиночных каналов по тальвегам допустимы уклоны до 0,01, особенно на болотах со слаборазложившимся торфом. Для каналов проводящей сети и оградительных каналов рекомендуется принимать уклоны в пределах 0,0003 – 0,005. Для каналов с водосборной площадью более 10 тыс.га допускается снижение уклонов до 0,00015 – 0,00020.

При больших уклонах для уменьшения скорости движения воды устраивают перепады или быстротоки.

Проектирование каналов (составление профилей) начинается с проектирования регулирующей сети (осушителей, нагорных и ловчей, тальвеговых каналов). Далее составляют профили проводящих каналов (собирателей), на которых отмечают места впадения регулирующих каналов и высотное положение их дна. Последними составляют продольные профили магистральных каналов, на которых также отмечают места впадения и отметки дна впадающих в них каналов. Примером элемента проектной документации может служить продольный профиль осушителя, приведенный на рис.5.1

Следующей стадией проектирования является подготовка рабочей документации в соответствии с действующим порядком её разработки, согласования и утверждения.

Продольные профили каналов строят по отметкам, взятым с плана пикетажа, разбитого через 100 м по оси каналов.

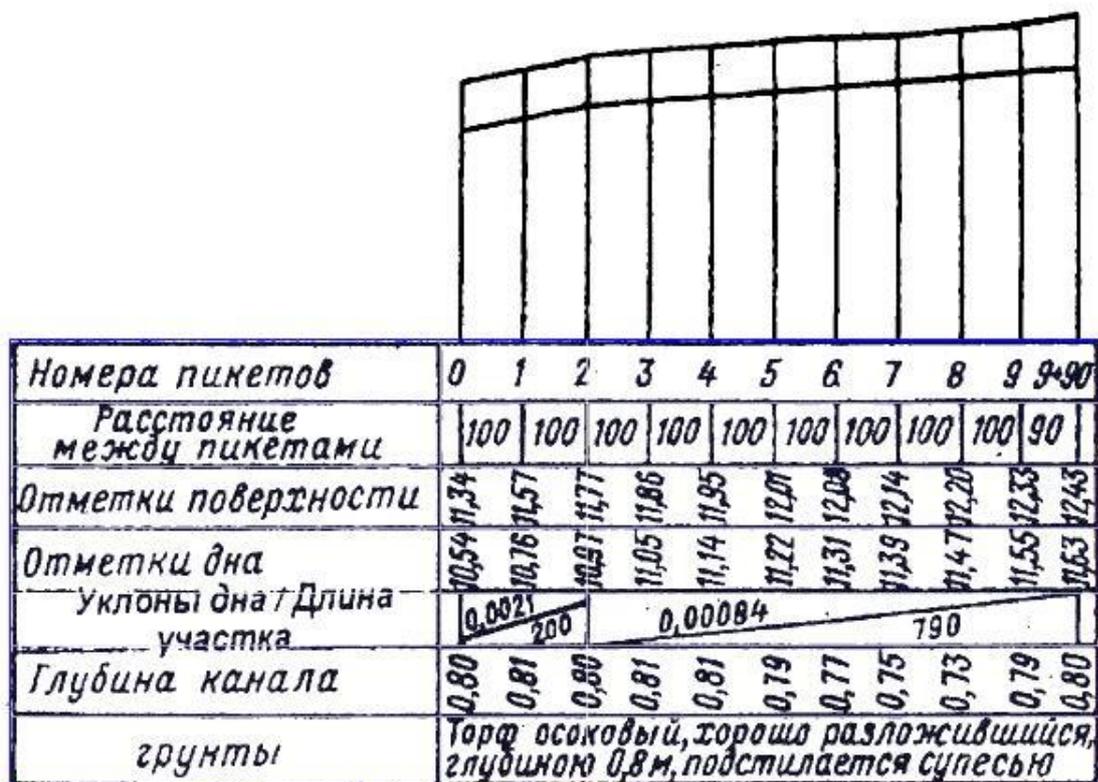


Рис.5.2. Продольный профиль канала

Практическое задание №6

Геодезические расчеты вертикальной планировки местности

Задача: освоить геодезические расчеты при проектировании вертикальной планировки.

Задание. По топографическому плану составить картограмму земляных работ наклонной площадки при условии нулевого баланса земляных работ. Рассчитать картограмму по регулярной сетке квадратов со стороной $d = 30$ м общими размерами 120×90 м.

Приборы и принадлежности: микрокалькулятор, линейка, транспортир.

6.1. Общие понятия

Проект вертикальной планировки является составной частью генерального плана строительства и имеет целью преобразование естественных форм рельефа в рельеф, удобный для эксплуатации инженерных сооружений. На его основе разрабатывается проект производства земляных работ. Графическим документом вертикальной планировки является картограмма земляных работ, на которой указываются отметки земли, проектные отметки, рабочие отметки, характеризующие объемы насыпей и глубины выемок в точках площадки, значения объемов насыпей и выемок, как по всей

площадке, так и по ее отдельным частям. Основой составления проекта вертикальной планировки служат топографические планы масштабов 1:500–1:1000 с высотой сечения рельефа 0.5–1.0 метра, составленные по результатам тахеометрической съемки или нивелирования строительной площадки по квадратам.

Рельеф строительного участка может быть спланирован горизонтальной или наклонной плоскостью при условии нулевого баланса земляных работ или по заданной отметке какой-либо точки площадки. Баланс земляных работ определяется формулой

$$\Delta V = V_H + V_B, \quad (6.1)$$

где V_H – объем насыпи (со знаком плюс) в пределах площадки, V_B – объем выемки (минус).

Вертикальная планировка при условии $\Delta V = 0$ ведется на незастроенной территории, по заданной отметке – на застроенной, когда строительный участок по высоте необходимо увязать с существующей планировкой. При проектировании наклонной плоскости общий уклон площадки и его направление назначают в соответствии с техническими условиями на проектирование данного типа сооружения, задачами благоустройства, рельефом местности.

Картограмма земляных работ, как правило, составляется по регулярной сетке квадратов с вычислением объемов земляных работ по рабочим отметкам вершин квадратов.

В данных методических указаниях приводится методика расчета картограммы земляных работ на микрокалькуляторе.

6.2. Методика проектирования

На топографический план, составленный по результатам тахеометрической съемки, в пределах границ планируемого участка наносится сетка квадратов с заданной стороной d (рис.6.2). Ориентирование сетки квадратов произвольное. Отметки вершин квадратов определяют по горизонталям плана графической интерполяцией и выписывают на картограмму земляных работ (рис.6.3).

В соответствии с техническими условиями на проектирование, задачами благоустройства, рельефом местности, характеризуемом горизонталями, назначают общий уклон i_0 площадки и его направление r_0 относительно оси X в системе координат площадки. Направление уклона выбирают согласно рельефу. Так, на рис.6.2 направление уклона $r_0 = 30^\circ$ – направление дна лощины,

обеспечивающее условие водоотвода; r_0 измеряется по плану транспортиром.

Величину уклона i_0 назначают из условия: $0.003 \leq i_0 \leq 0.013$ (условие вертикальной планировки городских территорий). При $i_0 < 0.003$ не обеспечивается водоотвод с площадки, при $i_0 > 0.013$ происходит размыв не заасфальтированных участков площадки. Для выбора i_0 можно определить максимальный уклон i_{\max} площадки. Так, на рис.6.2 уклон по дну лощины между точками с отметками 65.75 и 62.5, расстояние между которыми 140 метров по плану, $i_{\max} = (62.5 - 66.75)/140 = -0.030$. Уклон превышает максимальный по техническим условиям. Следовательно, можно назначать $i_0 = 0.013$. Если i_{\max} площадки лежит в диапазоне технических условий, то можно назначать $i_0 = i_{\max}$ площадки (оптимальный вариант минимального объема земляных работ). Возможны другие технические условия. Выбор уклона и его направление – задача архитектурно-планировочного решения. Но если уклон задан, то дальнейший расчет ведется по геодезическим методам.

Результаты вычислений – проектные и рабочие отметки, объемы земляных работ по каждому квадрату и суммарные объемы, баланс земляных работ - выписываются на картограмму земляных работ (рис.6.3). Положение линии нулевых работ (обозначается пунктирной линией) определяют на картограмме графической интерполяцией по сторонам квадратов.

6.3. Алгоритм решения задачи

По проектным i_0 и r_0 вычисляют уклоны i_x и i_y по осям координат площадки:

$$i_x = i_0 \times \cos r_0, \quad i_y = i_0 \times \sin r_0. \quad (6.2)$$

Округляют до 0.001 и выписывают на картограмму земляных работ (рис.6.3). На строительных чертежах уклоны обозначают стрелками, над которыми выписывают модули уклонов.

Выписывают проектную отметку H_0 исходной точки площадки, если проектирование ведется по заданной отметке. Если проектирование ведется при условии нулевого баланса земляных работ, то вычисляют проектную отметку H_0 центра тяжести площадки

$$H_0 = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4) / 4n. \quad (6.3)$$

Здесь H_1, H_2, H_4 – отметки вершин квадратов, где соответственно сходятся 1, 2, 4 угла (для площадки прямоугольной формы).

Практически вычисления ведут по преобразованной формуле

$$H_0 = H_0' + (\sum \Delta H_1 + 2 \sum \Delta H_2 + 4 \sum \Delta H_4) / 4n, \quad (6.4)$$

где H_0' - приближенное (любое) число, удобное для вычислений, $\Delta H = H_0 - H_0'$.

По заданным уклонам i_x и i_y вычисляют проектные отметки вершин квадратов

$$H_{ij}^{np} = H_0 + i_x \times d_x + i_y \times d_y \quad (6.5)$$

где d_x и d_y - расстояния от точки с H_0 до определяемой точки по координатным осям X и Y . Или, вычислив H_{11}^{np} по формуле (6.5), отметки других вершин квадратов можно рассчитать по частным формулам

$$H_{i+1}^{np} = H_{i-1}^{np} + i_x \times d, \quad H_{j+1}^{np} = H_{j-1}^{np} + i_y \times d \quad (6.6)$$

отметка последующей вершины равна отметке предыдущей вершин плюс уклон на длину стороны квадрата.

Проектные отметки выписывают на картограмму над отметками земли (рис.6.3).

Вычисляются рабочие отметки h_{ij} вершин квадратов (насыпь, выемки)

$$h_{ij} = H_{ij}^{np} - H_{ij} \quad (6.7)$$

проектная отметка минус отметка земли. Рабочие отметки выписывают на картограмму левее проектных отметок (рис.6.3).

По знакам рабочих отметок вычисляются расстояния до точек нулевых работ по сторонам квадрата

$$D_n = d \cdot h_n / (h_n + |h_e|), \quad d_e = d \cdot |h_e| / (h_n + |h_e|) \quad (6.8)$$

где d_n и d_e - расстояния от точки нулевых работ до вершин квадрата с насыпью и выемкой, h_n и h_e - рабочие отметки: насыпь и выемка. Выемка берется по модулю; d_n и d_e округляют до 0.1 м. Контроль вычислений: $d_n + d_e = d$. Расхождений не должно быть.

Точки нулевых работ наносят на картограмму, проводят через них пунктиром линию нулевых работ, отделяющую насыпь от выемки (рис.6.3). Площади выемок оттеняют карандашом.

Вычисляют объемы земляных работ в каждом квадрате. Методики разные.

1. Метод трехгранных призм. При этом методе площади, отсекаемые нулевой линией, разбивают на треугольники. Объемы вычисляют по формуле трехгранной призмы

$$V_{н(в)} = S \sum h / 3, \quad (6.9)$$

где S - площадь треугольника ($1/2$ основания на высоту), $\sum h$ - сумма рабочих отметок вершин треугольника, включая точки нулевых

работ. Объем насыпи (выемки) в квадрате равен сумме объемов трехгранных призм.

2. Метод четырехгранных призм. При этом методе объемы насыпи (выемки) в квадрате вычисляют по формуле четырехгранной призмы

$$V_{n(в)} = S \sum h / 4 \quad (6.10)$$

площадь основания призмы (квадрат, трапеция, пятиугольник) умноженная на $1/4$ суммы рабочих отметок (квадрата, трапеции, пятиугольника), включая точки нулевых работ.

3. Наиболее простая формула подсчета объемов в квадратах предлагается в учебнике «Технология строительного производства: учебник для вузов по спец. «Архитектура» /под ред. С. С. Атаева. - Мн.: Выш. Шк., 1985. – 352 с.»

$$V_{n(в)} = 1/4 d^2 (\sum h_{n(в)})^2 / \sum h, \quad (6.11)$$

где d – сторона квадрата, $\sum h_{n(в)}$ – сумма рабочих отметок одного знака (либо насыпь, либо выемка), $\sum h$ – сумма абсолютных значений всех рабочих отметок в углах квадрата.

Формула (6.11) является общей как для полных квадратов, так и для площадей, отсекаемых нулевой линией. Простота формулы заключается в том, что нет необходимости вычислять расстояния до точек нулевых работ по сторонам квадратов и площади фигур, отсекаемых нулевой линией. На картограмму точки нулевых работ наносят графически по рабочим отметкам, проводят через них линию нулевых работ и выписывают объемы насыпи (выемки), вычисленных по формуле (6.11).

На рис.6.1 приведена схема вычислений объемов по методу трехгранных призм.

$$d_1 = 30 \times 0.20 / 0.50 = 12.0 \text{ м};$$

$$d_2 = 30 \times 0.15 / 0.30 = 15.0 \text{ м};$$

$$V_1 = 1/2 \cdot 12.0 \times 30 \cdot (-0.20 - 0.15 - 0) / 3 = -21.0;$$

$$V_2 = 1/2 \cdot 15.0 \times 30 \cdot (-0.15 - 0 - 0) / 3 = -11.2;$$

$$V_3 = 1/2 \cdot 18.0 \times 30 \cdot (0.30 + 0 + 0) / 3 = +27.0;$$

$$V_4 = 1/2 \cdot 15.0 \times 30 \cdot (0.30 + 0.15 + 0) / 3 = +33.8;$$

$$\text{в квадрате: } V_n = +61 \text{ м}^3; V_в = -32 \text{ м}^3.$$

Аналогично:

$$V_5 = +157.5; V_6 = +4.5; V_7 = +36; V_8 = -36 \text{ м}^3$$

в квадрате: $V_H = +198$; $V_B = -36 \text{ м}^3$.

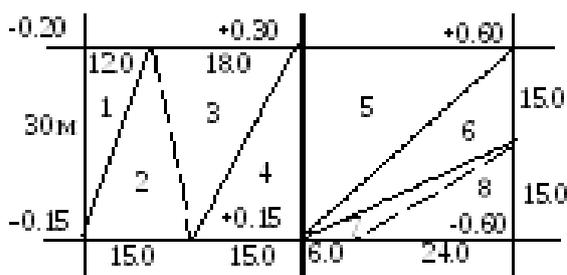


Рис.6.1. Вычисление объемов по методу трехгранных призм

По данным рис.6.1 объемы в квадратах по методу четырехгранных призм:

$$V_H = \frac{1}{2}(18.0+15.0) \times 30 \times (0.30+0.15)/4 = +56; \quad V_H = \frac{1}{2}(12.0+15.0) \times 30 \times (-0.20-0.15)/4 = -35;$$

$$V_H = 720 \times (0.30+0.60+0.15)/4 = +189 \text{ м}^3; \quad V_H = \frac{1}{2} 24.0 \times 15.0 \times (-0.60)/4 = -27;$$

по формуле (6.11):

$$V_H = \frac{1}{4} 900 (0.30+0.15)^2 / 0.80 = +57;$$

$$V_H = \frac{1}{4} 900 (0.20+0.15)^2 / (0.20+0.30+0.15+0.15) = -34;$$

$$V_H = +\frac{1}{4} 900 (0.15+0.30+0.60)^2 / 1.65 = +150;$$

$$V_H = \frac{1}{4} 900 (0.60)^2 / (0.30+0.60+0.60+0.15) = -49 \text{ м}^3.$$

Расхождения в объемах насыпи (выемки) в квадратах, вычисленных по разным методикам, в пределах 10-15%. Все методы приближены вследствие обобщения (аппроксимации) топографической поверхности в квадратах плоскостью. Но все-таки более точный способ подсчета объемов является способ трехгранных призм.

Объемы земляных работ (насыпь, выемка) в каждом квадрате выписывают на картограмму (рис.6.3).

Вычисляются суммарные объемы насыпи V_H , выемки V_B и баланс земляных работ ΔV . Если $\Delta V < 0.05 V_H$ (условие СНиП), то вычисления выполнены верно. В противном случае возможны ошибки в вычислениях. Суммарные объемы выписывают на картограмму.

6.4. Порядок выполнения работы на примере рис.6.2

1. На топографический план (рис.6.2) нанесена сетка квадратов с заданными параметрами в пределах горизонталей. Направление уклона задано параллельно дну лощины. Транспортиром измерен угол $r_0=30^0$. Максимальный уклон площадки $i_{max}=0.030$. Принят уклон $i_0=13\text{ ‰}$ в соответствии с условием вертикальной планировки городских территорий.

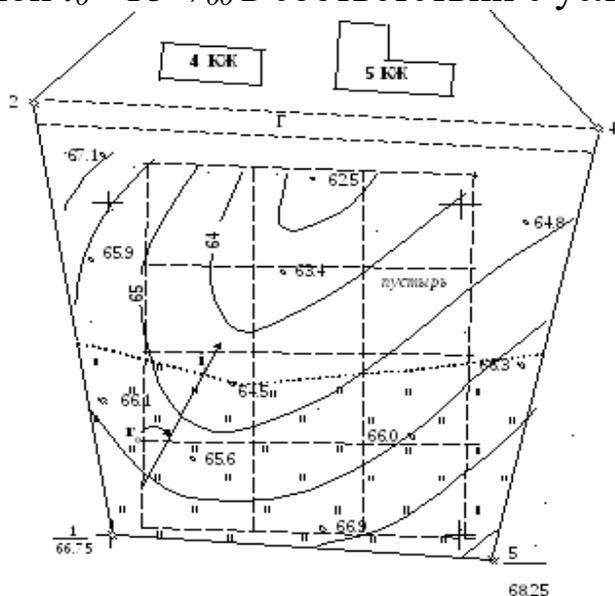


Рис.6.2. Топографический план с нанесенной сеткой квадратов

2. Подготовлена картограмма земляных работ (рис.6.3). Масштаб произвольный. Например, сторона квадрата = 4 см. Подписаны оси x и y в системе координат площадки; пронумерованы

горизонтальные i и вертикальные j линии. Вершина квадрата обозначается $i j$.

3. По горизонталям плана определены отметки земли всех вершин квадратов до 0.1 м. Выписаны на картограмму земляных работ ниже и левее вершины квадрата.

4. Уклоны i_x и i_y по осям координат площадки по формуле (6.2): $i_x=13 \times \cos 30^0=11\text{ ‰}$, $i_y=13 \times \sin 30^0=6\text{ ‰}$, выписаны на картограмму.

5. Проектная отметка H_0 центра тяжести площадки по формуле (6.4):

$$H_0=64+(2.5+2+0+3.9)+2 \times (1.7+1+1-0.2-1.1+0.9+1.7+2.7+3+2.7)+4 \times (1.2+0.2-0.5+0+0.7+1.7))/48 = 65.01.$$

6. Проектная отметка вершины квадрата 1.1 по формуле (6.5): $H_{1.1}=65.01+0.011 \times 60+0.006 \times 45=65.94$. Отметки других вершин квадратов по формулам (6.6):

$$H_{2.1}=65.94-0.011 \times 30=65.61, H_{3.1}=65.61-0.011 \times 30=65.28 \text{ и т. д.}$$

$$H_{1.2}=65.94-0.006 \times 30=65.76, H_{1.3}=65.76-0.006 \times 30=65.58 \text{ и т. д.}$$

7. Рабочие отметки по формуле (6.7): $h_{1.1}=65.94-66.5=-0.56$ и т. д.

8. Точки нулевых работ нанесены на картограмму графически, соединены пунктирной линией (линия нулевых работ).

9. По формуле (6.11) вычислены объемы земляных работ (насыпи, выемки) в каждом квадрате, таблица 6.1, суммарные объемы и баланс земляных работ

Ведомость вычисления объемов земляных работ

Таблица 6.1

Номер квадрата	Абсолютная сумма рабочих отметок, м	Суммы рабочих отметок с положительным знаком, м		Объемы земляных работ, м ³	
		Насыпь	Выемка	Насыпь	Выемка
1.1	1.82	+0.23	-1.59	+7	-313
1.2	3.04	+0.23	-2.81	+4	-584
1.3	6.00	0	-6.00	0	-1350
2.1	1.50	+1.41	-0.09	+298	-1
2.2	1.80	+1.35	-0.45	+228	-25
2.3	3.26	+0.22	-3.04	+3	-638
3.1	2.50	+2.45	-0.05	+540	0
3.2	2.98	+2.98	0	+670	0
3.3	2.26	+0.81	-1.45	+65	-209
4.1	3.34	+1.91	-1.43	+246	-138
4.2	3.86	+3.86	0	+868	0
4.3	2.52	+2.03	-0.49	+368	-21

Если баланс земляных работ не превышает 2-3% от суммарного объема (условие СНиП), то вычисления выполнены верно. Суммарные объемы выписать на картограмму. Привести схему условных обозначений.

Картограмму земляных работ вычертить по правилам черчения.

К отчету прилагается картограмма и ведомость вычисления объемов земляных работ

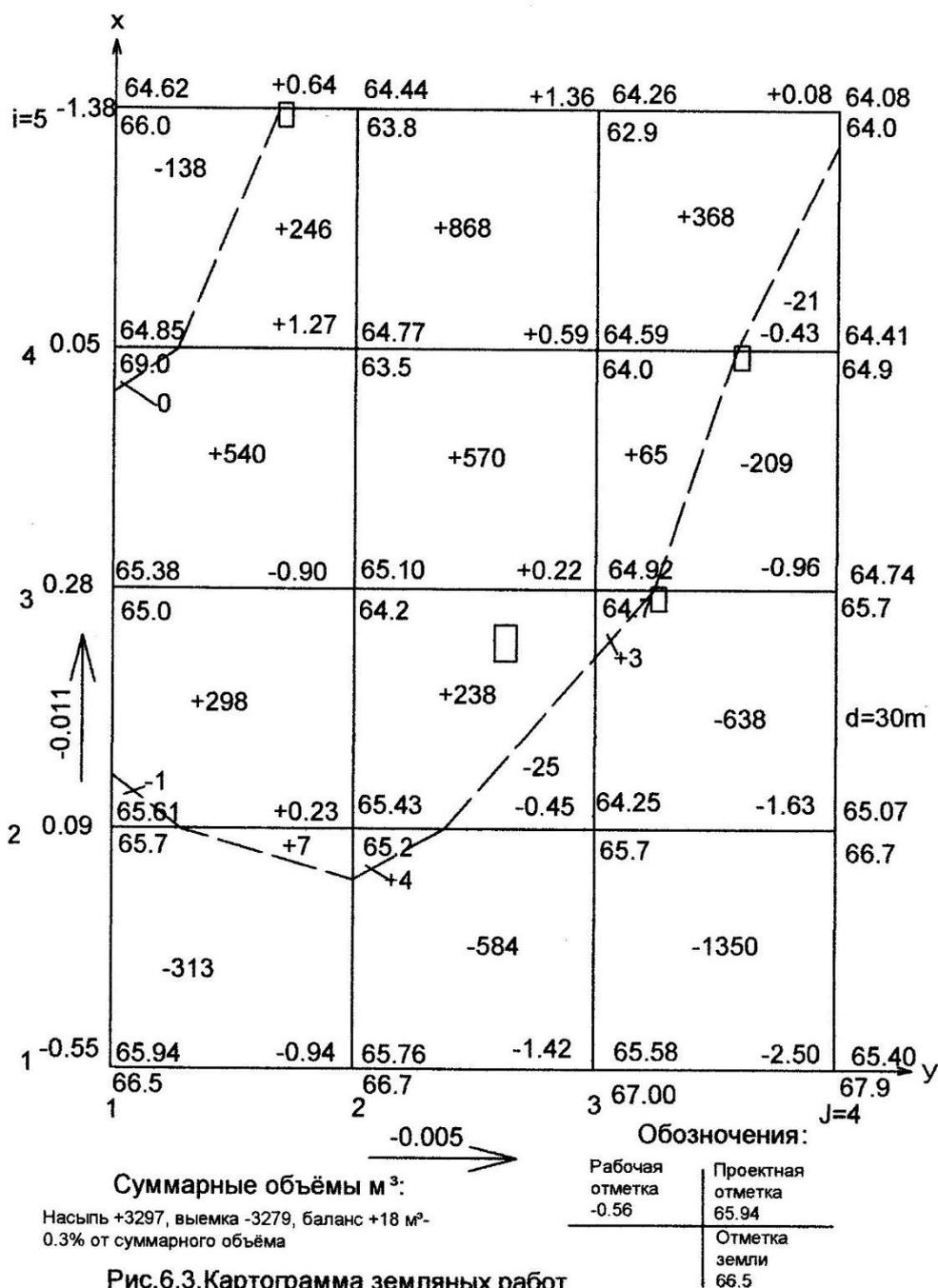


Рис.6.3. Картограмма земляных работ

Практическое задание №7

Тема: Разбивка контура основания плотин на местности

Возведению любых гидротехнических сооружений, в том числе и земляных плотин, предшествуют работы по переносу проекта в натуру. Такие работы принято называть разбивкой сооружения, в результате чего на местности закрепляют главные оси сооружения и

намечают положение отдельных частей сооружения. Кроме этого, в состав разбивочных работ включают геодезический контроль строительных процессов в период возведения сооружения.

Основой для переноса проектов в натуру служит государственная геодезическая сеть и дополнительно к ней съемочная сеть. Для небольших плотин разбивку можно вести от местных предметов, расположенных вблизи строящегося сооружения, имеющих четкое очертание и надежно закрепленных на местности.

Перенос проекта в натуру состоит в закреплении на местности отдельных точек сооружения, определяющих его основные осевые линии, в соответствии с положением их на генеральном плане.

При переносе проектов в натуру применяют несколько способов: полярный, угловых точек, линейных засечек и прямоугольных координат. Для открытой местности, где нет затруднений при измерении линий и углов, применяют способ полярных координат. При наличии препятствий между опорными геодезическими знаками и осями сооружения, подлежащего разбивке, целесообразно использовать способ угловых точек. Если опорные геодезические знаки близко расположены от базовых точек сооружения, пригоден способ линейных засечек. В тех случаях, когда осевые знаки разбиваемого сооружения расположены вблизи прямых, соединяющих пункты геодезической сети, разбивку выполняют методом прямоугольных координат.

Выбор способа разбивки зависит от местности, сложности сооружения и способа производства работ. При любом способе переноса проекта в натуру находят базовые точки осей сооружения, закрепляемые соответствующими знаками.

Разбивку сооружения выполняют при помощи плановых и высотных знаков. Плановыми знаками закрепляют основные линии сооружения, определяющие в пространстве расположение как самого сооружения, так и его основных конструктивных частей. Высотные знаки служат для вертикальной разбивки сооружения.

В процессе разбивки сооружений пользуются постоянными и временными знаками. Постоянные знаки разбивки сохраняются в течение всего периода строительства, так как они являются основной при выносе временных знаков, а также служат для контроля правильности фактически выполненных осей сооружений по проекту. Временные знаки устанавливают только на период выполнения отдельных частей сооружения и поэтому играют вспомогательную

роль. В случае нарушения временного знака его легко восстановить по постоянным знакам. Схемы расположения постоянных знаков даются в рабочих чертежах, а закрепление знаков производится до начала основных работ по сооружению. Временные знаки устанавливают по мере необходимости и их местоположение назначают, сообразуясь с ходом текущих работ.

Первым этапом плановой разбивки плотины является закрепление продольной оси, постоянными знаками, установленными за пределами контура сооружений узла и вне зоны затопления водохранилища. Прямолинейная ось плотины фиксируется двумя основными знаками, в створе которых дополнительно устанавливаются два контрольных знака. Один из основных знаков, как правило, устанавливается на высоком берегу створа плотины, и от него ведут промеры и осуществляют контроль за текущими работами. Если продольная ось - ломаная линия, то вершины углов поворота закрепляют двумя створными знаками и при возможности привязывают промерами к местным предметам. Наряду с продольной осью плотины постоянными знаками закрепляют и все основные оси других сооружений узла (водосбора, водозабора, водоспуска и пр.). Местоположение знаков выбирается такое, чтобы, пользуясь ими в любой период строительства, можно было бы восстановить любую точку сооружения.

Высотными знаками являются временные репера, установленные на строительной площадке. Отметки на эти репера передаются ходами технического нивелирования, опирающимися на марки и репера государственной сети. Постоянные знаки осей сооружения в плане можно одновременно использовать и как постоянные высотные знаки - репера.

Для сохранения постоянных знаков от повреждения необходимо ограждать их и не допускать прокладки вплотную к ним временной дорожной сети, различных коммуникаций и прочих устройств, которые могут повлиять на изменение положения знака или повредить его.

После закрепления продольной оси плотины постоянными знаками дальнейшую разбивку проводят при помощи временных знаков. Одна из основных разбивочных работ состоит в закреплении на местности временными знаками точек подошвы откосов плотины, установки откосных шаблонов, обозначения местоположения зубьев, дренажей и др.

Для получения точек внешнего контура плотины перпендикулярно продольной оси разбиваются поперечники, на концах которых временными знаками фиксируют положение подошвы откоса. В тех случаях, когда поверхность земли по поперечнику горизонтальна, нахождение граничных точек понура сводится к откладыванию от оси расстояния, равного с верхней стороны плотины

$$l_1 = \frac{b_{гр}}{2} + H_{пл} m_1$$

с низовой стороны плотины

$$l_2 = \frac{b_{гр}}{2} + H_{пл} m_2$$

Если же по поперечнику имеется однообразный уклон m_0 , точки контура находят по зависимостям:

с верховой стороны плотины

$$l_1 = \frac{m_0}{m_0 - m_1} \left(\frac{b_{гр}}{2} + H_{пл} m_1 \right)$$

с низовой стороны плотины

$$l_2 = \frac{m_0}{m_0 - m_2} \left(\frac{b_{гр}}{2} + H_{пл} m_2 \right)$$

Обозначения, входящие в формулы, представлены на рисунке 7.1.

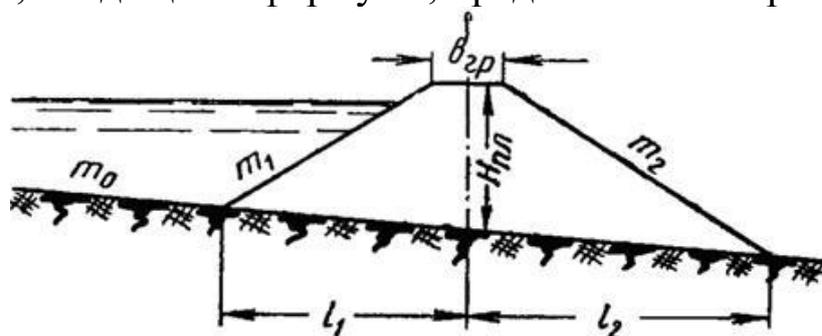


Рис. 7.1. Разбивочная схема для установления внешнего контура плотины при однородном уклоне местности.

Более сложно выполнять разбивку, когда по поперечнику неоднородный уклон (рис. 7.2).

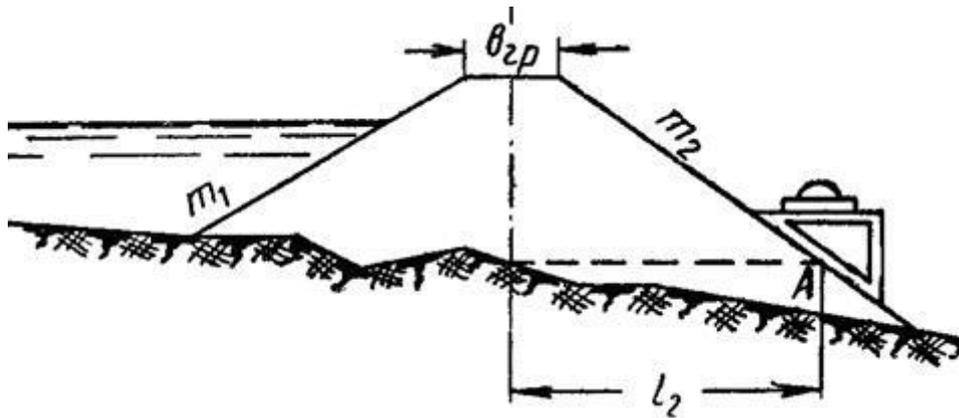


Рис. 7.2 Разбивочная схема для установления внешнего контура плотины при неоднородном уклоне местности

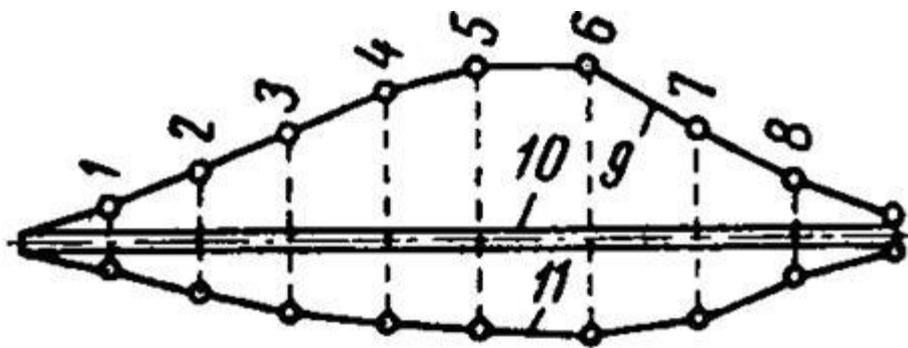


Рис. 7.3. План контура плотины по основанию, полученного в результате разбивки:

1-8 - поперечники; 9 - верховой откос; 10 - гребень плотины; 11 - борозда по подошве откоса.

В этом случае контурные точки плотины находят после дополнительных вычислений, с учетом отметок поверхности земли у подошвы откосов. Практически разбивку можно осуществить более простым приемом, отложив от оси по горизонтали расстояние

$$l_2 = \frac{b_{гр}}{2} + H_{пл} m_2$$

и установив в точке А откосный шаблон (рис. 7.2). Продолжение откосной линии по шаблону до пересечения с поверхностью земли определит точку контура плотины.

По полученным после разбивки точкам контура плотины пробивают канавку (рис. 7.3). По мере наращивания плотины по высоте откосные шаблоны перемещают вверх с периодической проверкой их установки от оси плотины.

Разбивка местоположения зубьев сводится к фиксированию на местности временными знаками оси траншеи под зуб, привязанной к продольной оси плотины. В соответствии с глубиной траншеи и

заложением откосов ее проводят закрепление точек, определяющих ширину траншеи поверху и понизу. Аналогично делают разбивку и оси дренажа.

Практическое задание № 8

Тема: Виды деформаций сооружений и их причины.

Деформация сооружения (ДС) – изменение относительно положения всего сооружения или отдельных его частей, связанных с пространственным перемещением или изменением его формы.

Виды деформации сооружения (ДС).



Осадка – перемещение фундамента и всего сооружения вниз

Подъем - перемещение фундамента и всего сооружения вверх

Крен – отклонение сооружения от проектного положения в вертикальной плоскости.

Сдвиг – перемещение сооружений в сторону

(горизонтальный сдвиг)

Рис.8.1

Основные причины деформаций (ДС)

- увеличение давления воздвигаемого сооружения
- колебания уровня грунтовых вод
- температурные сезонные явления
- перемещение частиц грунта и его сжимаемость

Наблюдение за деформациями сооружений.

Величину деформаций устанавливают, в основном, путем геодезических измерений.

Контрольные измерения проводятся с неподвижных опорных пунктов по точкам наблюдений. (марки, закрепленные на сооружении; осадочные марки).

Расположение неподвижных опорных точек.

1. Опорные точки располагают на устойчивых грунтах вне зоны строительных работ и возможно ближе к объекту измерения.
2. Количество опорных точек не менее 3-х на объект.
3. Опорный пункт, как правило, – железобетонный монолит в кирпичном (бетонном) колодце.

Иллюстрация

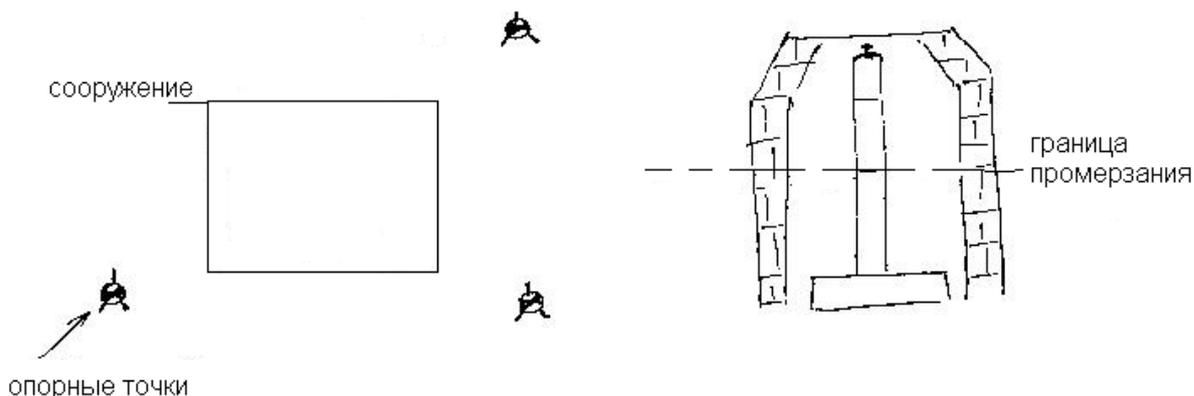


Рис.8.2

4. Координаты опорных точек определяют после их установки и уточняют в начале наблюдений.

Расположение осадочных марок (контрольные марки)

1. Осадочные марки располагают, как правило, на

- углах зданий
- стыках капитальных стен
- в зонах наибольших напряжений конструкций
- интервал расположения 10 – 15 м.

Схема размещения осадочных марок

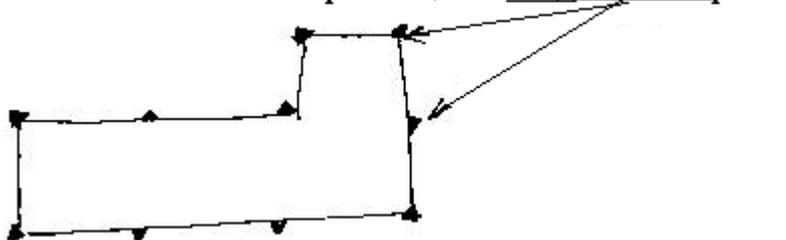


Рис. 8.3

2. Осадочные марки, как правило, бывают двух видов:

- общего назначения;
- специального назначения.

Марка общего назначения в стене (фундаменте) сооружения

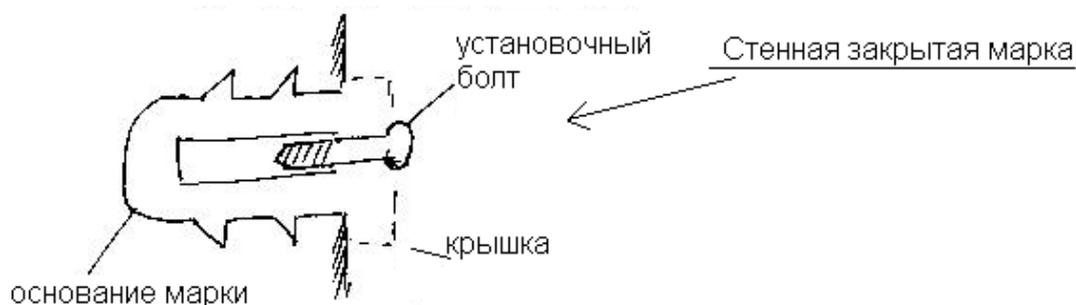


Рис. 8.4

Марка специального назначения, например, для изучения сжатия грунтов, величины подъема для котлована и т.д.

Глубинная марка конструкции Брайта.

Для определения величины подъема дна котлована.

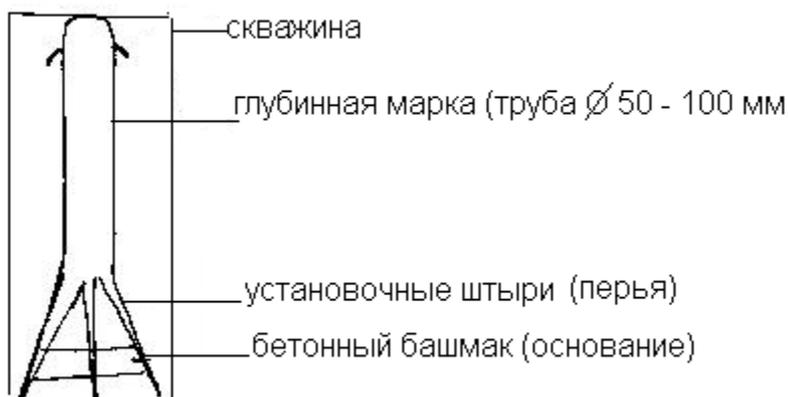


Рис.8.5

Периодичность и точность измерения деформаций

Периодичность наблюдений в общем случае:

- 1-ое в начале строительства;
- 2-ое строительство сооружения на 25%;
- 3-е строительство сооружения на 50%;
- 4-е строительство сооружения на 75%;
- 5-е строительство сооружения на 100%.

Периодичность наблюдений при строительстве крупнопанельных зданий:

- после закладки фундамента;
- после монтажа 2-го этажа;
- после монтажа коробки здания;
- перед сдачи объекта в эксплуатацию.

Промежутки между наблюдениями могут быть уменьшены:

- при возрастании скорости осадок;
- при появлении трещин, недопустимых кренов.

Наблюдения за деформациями прекращают, когда скорость осадки в год не превышает 1-2мм.

Ошибки измерений осадок не должны превышать допустимую величину осадки за 1 год.

После окончания каждого цикла наблюдений составляют:

- ведомость отметок нивелирных марок;
- таблицу осадок;
- график изменения осадок во времени.

Методы измерения осадок.

- геометрическое нивелирование (высокоточное);
- гидростатическое нивелирование;
- тригонометрическое нивелирование;
- фотограмметрический метод.

Геометрическое нивелирование

Используемые приборы: - нивелир $H-1$ $t = 0,05$ мм

- нивелирные рейки с инварными полосками. Цена деления = 5 мм

Принципиальная схема нивелирования

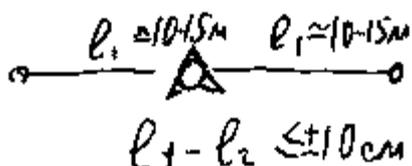
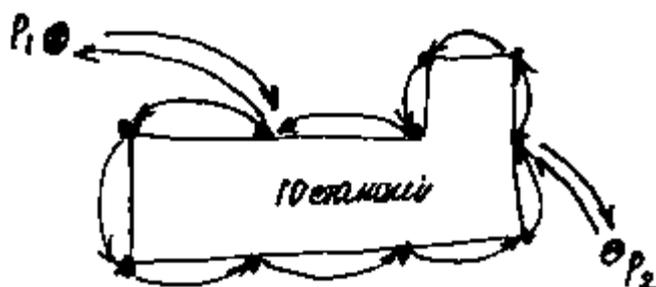


Рис.8.6

1. исходная основа не менее 2-х глубинных реперов.
2. осадочные марки расположены на одном уровне.
3. длина визирного луча 3 – 25 м (в среднем 10 – 15 м).
4. разность в плечах нивелирования ± 10 см.
5. высота визирного луча не менее 30 см.
6. нивелирование выполняют замкнутыми ходами при двух установках горизонта инструмента.
7. нивелирование проводят в большинстве случаев с использованием 1-ой рейки.
8. при повторном нивелировании инструмент устанавливается на одних и тех же точках.

Гидростатическое нивелирование – основано на свойстве жидкости устанавливаться в сообщающихся сосудах на одном уровне.

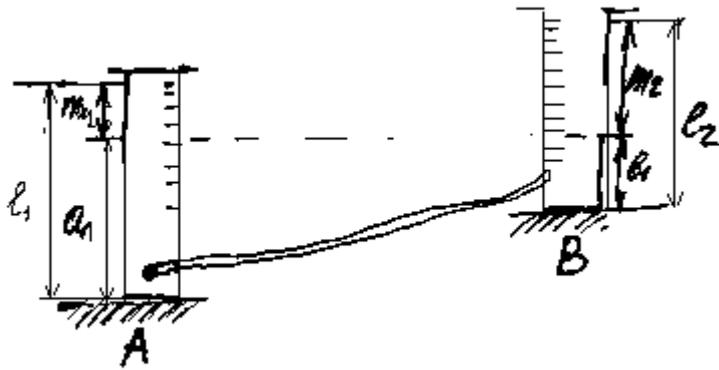


Рис.8.7

l – высоты нулевых делений шкалы $h = a - b$

m – отсчеты по шкалам $a_1 = l_1 - m_1$

$b_1 = l_2 - m_2$

$h = (l_1 - m_1) - (l_2 - m_2)$

Принципиальная схема нивелирования

- сосуды прибора подвешивают на осадочные марки и устанавливают в отвесное положение по уровню

- измерительными винтами берут отсчеты по уровню жидкости

- измерения повторяют при переставленных местах сосудов

(точность измерения осадок 0,05 – 0,1 мм)

Модернизация метода с использованием установленной по периметру фундамента стационарной гидростатической системы.



Рис.8.8

(Разность отсчетов в стеклянных трубках характеризует величину осадки между циклами $m_n = \pm 0,3$ мм)

Тригонометрическое нивелирование (высокоточное) используется

при определении осадок труднодоступных точек.

Сущность тригонометрического нивелирования заключается в определении превышений h между двумя точками с помощью наклонного луча визирования и отвесной рейки.

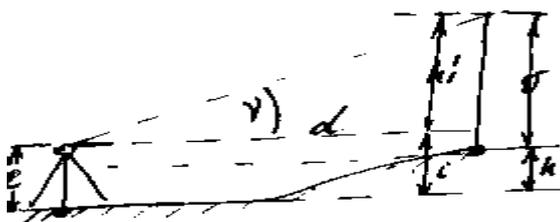


рис.8.9

$$h + v = h' + i$$

Анализ формулы (h) : - m_n увеличивается с увеличением d и v
 m_n на 100 метров ≈ 3 см.

- для уменьшения ошибок: - использовать высокоточные теодолиты
- уменьшать расстояние наблюдения
- нивелирование в прямом и обратном направлениях.

Фотографический метод – позволяющий определить все три координаты (X, Y, H) наблюдаемой точки.

Общая схема работ:

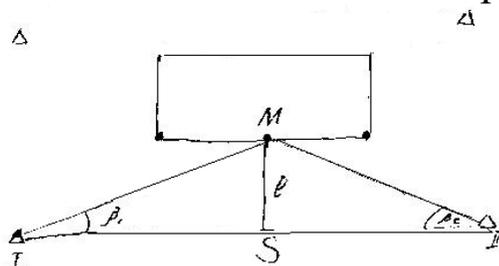
- фотографирование объекта с помощью специальных приборов – фототеодолитов.
- измерение координат точек на снимках на специальных приборах – стереокомпараторах
- определение координат точек и вычисление величины осадок по разности координат в предыдущем цикле

Геодезические методы определения горизонтальных смещений, сдвигов.

- метод створных наблюдений
- триангуляционный
- полигонометрический высших классов точности
- трилатерационный
- фотограмметрический

Створные наблюдения

Сущность заключается в измерении величины отклонения наблюдаемых точек от створа опорных пунктов.



1-й вариант

Программа измерений

- 1) измерить расстояние S между опорными пунктами
- 2) измерить теодолитом углы
- 3) рассчитать величину отклонения

$$l = \frac{S}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{S}{2} \cdot \frac{\beta''' }{\rho''}$$

- 4) расчет величины отклонения $l_{\text{есть}} - l_{\text{предшеств}}$

2-й вариант

(створная линия близко к точке M)

-установить на створной линии штатив с треножником и рейкой перпендикулярно створной линии

-снять отсчеты по рейке $l = O_{\text{по створу}} - O_{\text{по точке}}$

Триангуляционный метод (от латинского слова треугольник) . Его сущность состоит в периодическом определении координат осадных марок (опорных знаков), включенных в триангуляционную сеть.

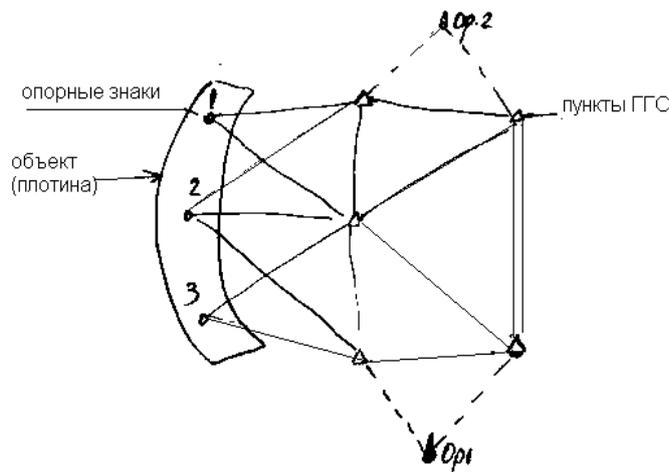


Рис.8.10

Программа измерений

- измеряются все внутренние углы в триангуляционной сети и измеряется длина базисной стороны.

- вычисление координат опорных знаков (1,2,3)

{ - определение разности координат в смежных циклах, которые характеризуют сдвиг сооружения.

-точность определения исходной стороны триангуляции 1 : 600 000

- длина сторон треугольников триангуляции 0,5 – 2,0 км

- средняя кв. ошибка определения угла $\pm 0,6''$

Сущность метода полигонометрии (измеряют многоугольник) заключается в том, что по исследуемому сооружению прокладывают ходы высокоточной полигонометрии и определяются координаты опорных знаков включенных в полигонометрический ход.

Точностные характеристики ходов:

-относительная погрешность измерения длины стороны 1:400 000;

-средняя кв. ошибка измерения $\pm 0,4''$;

- длины сторон 0,25 – 2 км.

Сущность метода трилатерации (трехсторонний) заключается в определении координат опорных знаков, включенных в трилатерационную сеть, состоящую из цепи треугольников, в которых измерены длины всех сторон.

Характеристики приборов для измерения расстояний

Таблица- 8.1

Светодальнономер	Дальность действия	Точность
МСД – 1м (маркшейдерский дальномер)	0,5 км	2 мм (маркшейдерский дальномер)
ДВСД – 1200	0,25 км	0,25 мм (дифференцированный высокоточный светодальнономер)

IV Вопрос. Определение крена вертикальной оси

Геометрическая сущность измерения крена сводится к определению взаимного положения двух точек сооружения, которые по техническим условиям проекта должны лежать на одной отвесной линии.

Определение крена с помощью измерения линейной величины.

1-й вариант. Определение крена по вертикальной нити теодолита.

Снос положения наблюдаемой точки на основание.

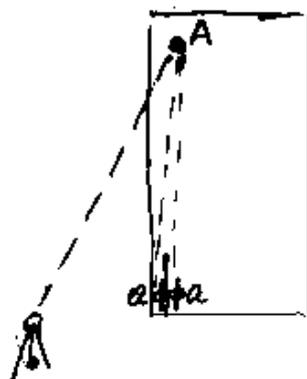


Рис.8.11

Программа измерений

- подготовить теодолит над опорным знаком
- визируют на осадочную марку (А) и проектируют ее положение к основанию. При КП и КЛ.
- разность между штрихами предыдущего цикла измерений дает величину -крена.

Крены стен зданий измеряют с двух сторон.

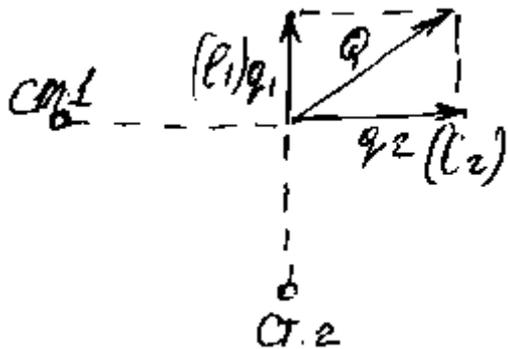


Рис.8.12

- определить частные приращения крена с первой станции q_1 (аналогичными действиями при сносе положения наблюдаемой точки на основание)
- определить частное приращение крена со второй станции q_2
- рассчитать полное приращение крена по правилу параллелограмма

$$Q = \sqrt{q_1^2 + q_2^2}$$

- на схеме указать направление меридиана для характеристики крена по отношению к странам света.

2-й вариант. Определение крена с помощью измерения горизонтальных углов.

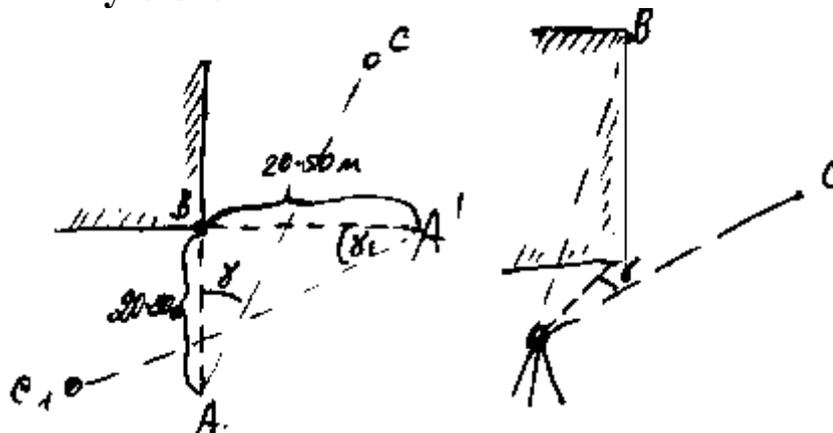


Рис.8.13

Программа измерений

- установить теодолит в точку A в створе одной из стен и на удалении 20-50 м
- измерить угол γ между маркой B и ориентиров C
- аналогичными действиями измерить угол γ_1
- для перехода от градусов к линейным величинам используем формулу

$$q = \frac{\Delta\gamma * L}{\rho},$$

q – частное приращение крена в мм

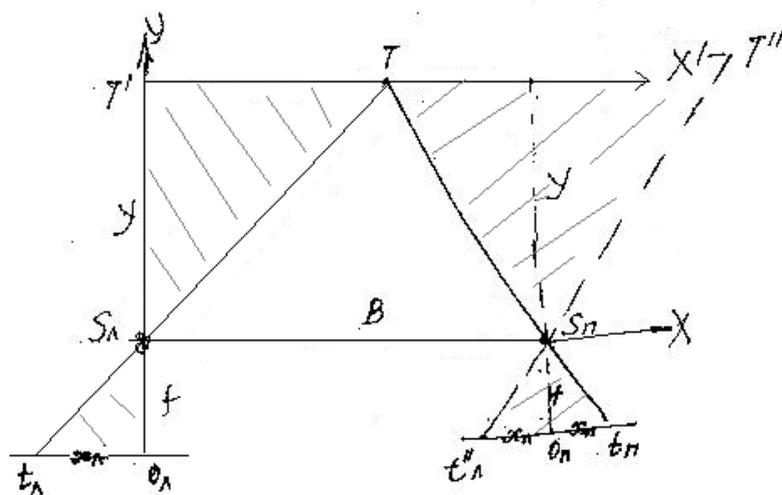


Рис.8.16

из подобия треугольников $T T'' S_n$ и $t''_n t_n S_n$

$$\frac{Y}{f} = \frac{B}{t_n - t_n} \quad Y = \frac{f \cdot B}{t_n - t_n} = \frac{f \cdot B}{P}$$

Из подобия треугольников $T T' S_n$ и $S_n t_n O_n$

$$\frac{X}{x_n} = \frac{H}{f} ; \frac{X}{x_n} = \frac{B \cdot f}{P \cdot f} = \frac{B}{P} \quad X = \frac{x_n \cdot B}{P}$$

Из подобия треугольников $T T' S_n$ и $t_n t'_n S_n$

$$\frac{Z}{z_n} = \frac{Y}{f} \quad Z = \frac{z_n \cdot B}{P}$$

IV Вычисление величины деформации

$$\Delta Y = Y_i - Y_0 ; \Delta X = X_i - X_0 ; \Delta Z = Z_i - Z_0$$

Точность метода 1:1000 – 1:10 000 от расстояния до объекта.

Достоинство метода: позволяет определять одновременно пространственное положение значительного числа точек, в том числе и недоступных.

Недостаток: высокая стоимость.

Определение крена вертикальной оси способом трехсторонних наблюдений

Схема определения.

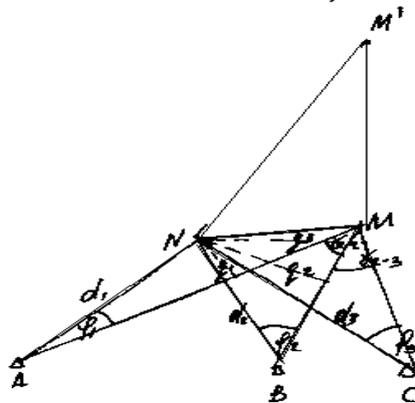


Рис.8.17

NM' – вертикальная ось сооружения

$M'M$ – отвесная линия

NM – линейная величина крена

A_1, B_1, C_1 – станции наблюдения

d_1, d_2, d_3 – расстояния от станций A_1, B_1, C_1 до основания сооружения

ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 – угловые величины крена относительно станций A, B, C

γ_{12}, γ_{23} – угловые смещения между станциями наблюдения

q_1, q_2, q_3 – компоненты линий

l_1, l_2, l_3 – величины крена

Требования при выборе станций

d_1, d_2, d_3 должны быть больше высоты сооружения

γ_{12}, γ_{23} должны быть порядка 120°

Полевые измерения

- измерение углов γ_{12}, γ_{23}

- измерение углов ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 с фиксацией направления отклонения крена (л, п). л - левые створа наблюдений, п – правые створа наблюдений)

- измерение d_1, d_2, d_3

Камеральные работы

1. Вычислить частные компоненты линейной величины крена

$$\frac{q_i}{d} = \sin \phi$$

$$q_1 = d_1 \sin \phi_1 \quad q_2 = d_2 \sin \phi_2 \quad q_3 = d_3 \sin \phi_3$$

$$(l_1) \quad (l_2) \quad (l_3)$$

2. Графическое определение общей величины крена

Схема

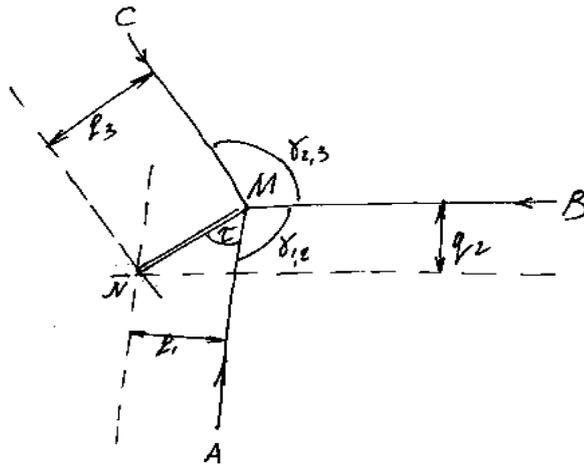


Рис.8.18

Последовательность работ

1. Нанести точку M и провести направление AM
2. Отложить γ_{12} и провести направление BM
3. Отложить γ_{23} и провести направление CM
4. Отложить от направлений AM, BM, CM частные линейные величины крена по створам от станций A, B, C q_1, q_2, q_3 (пунктирные линии)
5. Измерить общую линейную величину крена: - NM
- направление крена τ относительно створа AM

Практическое задание №9

Тема: Залегание и движение грунтовых вод

Материалы и оборудование:

- Калька (10 x 10 см);
- Миллиметровка (10 x 10 см);
- Простой карандаш, ластик, линейка;
- Калькулятор.

Понятия и определения.

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом выдержанном по площади водоупорном пласте. Их свободная поверхность называется **уровнем** или **зеркалом грунтовых вод**. Расстояние от земной поверхности до уровня (зеркала) грунтовых вод является **глубиной залегания грунтовых вод**, а расстояние от кровли водоупорного пласта до уровня грунтовых вод – **мощностью водоносного горизонта**.

Фильтрация – движение по порам и трещинам грунта свободной (гравитационной) воды под действием силы тяжести и гидростатического давления в сторону уклона поверхности водоносного горизонта или в сторону уменьшения напора. При ламинарном режиме скорость движения грунтовых вод записывается в виде **закона фильтрации Дарси**:

$$V_{\phi} = K_{\phi}I, \quad (9.1)$$

где V_{ϕ} – скорость фильтрации, K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, I – гидравлический уклон, равный уклону поверхности уровня грунтовых безнапорных вод. Иными словами **скорость фильтрации** – это отношение расхода фильтрационного потока Q_{ϕ} к площади поперечного сечения в пористой среде W_n :

$$V_{\phi} = Q_{\phi} : W_n \quad (9.2).$$

Коэффициент фильтрации (м/сут) – величина, выражающая действительную скорость фильтрации в порах и трещинах горных пород при гидравлическом уклоне, равном 1.

Рассчитать уклон (I) потока с помощью уравнения

$$I = (H_{max} - H_{min}) : L, \quad (9.3)$$

где H_{max} - H_{min} – разность (м) верхней и нижней высотных отметок,

L – расстояние (м) между этими отметками.

Задание 1. По карте землепользования фермерского хозяйства (рис. 9.1) и данным о глубине залегания грунтовых вод (табл. 9.1) составить карту гидроизогипс с сечением 1 м; определить направление потока грунтовых вод; уклон потока между скважиной 1 и источником П; выявить связи между грунтовыми водами и рекой; определить глубину залегания грунтовых вод на участке А, выбранном под строительство силосных ям и оценить пригодность выбранного места, если проектная глубина ям 2,5 м.

Методические указания.

1) Сделать на кальке выкопировку карты землепользования фермерского хозяйства (рис. 9.1).

2) По карте с помощью горизонталей определить абсолютные отметки устья скважин и занести их во второй столбец таблицы 9.1.

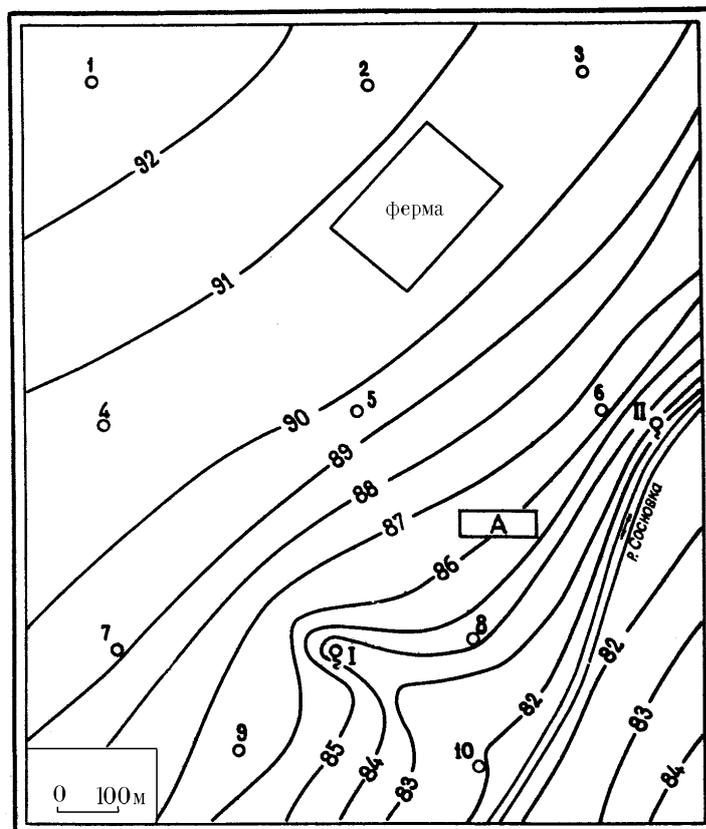


Рис. 9.1. Карта землепользования фермерского хозяйства

Данные для построения карты гидроизогипс

Таблица 9.1

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	Абсолютная отметка зеркала грунтовых вод, м
1		5,2	
2		4,5	
3		4,3	
4		5,0	
5		4,1	
6		2,0	
7		4,0	
8		1,0	
9		2,6	
10		0,5	

3) Зная абсолютную отметку устья каждой скважины и глубину залегания грунтовых вод, определяем вычитанием из первого второго абсолютные отметки положения зеркала грунтовых вод. Полученные значения заносятся в третий столбец таблицы 9.1.

4) На кальке проставить возле каждой скважины индексы, состоящие из: числитель – абсолютная отметка зеркала грунтовых вод, знаменатель – глубина залегания грунтовых вод.

5) По данным числителя, применяя метод интерполяции, построить гидроизогипсы, выделив их синим цветом и проставив значения.

6) По значениям и изгибу гидроизогипс определить направление подземного стока, указав его в 2-3 местах стрелками. При этом отметить питают ли грунтовые воды р. Сосновка или воды реки поглощаются в грунт.

7) Определить уклон потока между скважиной I и источником II по формуле (9.3).

8) Определить глубину залегания грунтовых вод на участке А (как разность абсолютных отметок участка и зеркала грунтовых вод) и сделать заключение о пригодности места под силосные ямы.

Задание 2. Рассчитать скорость движения и расход грунтовых вод между скважиной 2 и источником II (рис. 9.1).

Методические указания.

1. Рассчитать скорость движения грунтовых вод по закону фильтрации Дарси (9.1), для чего из таблицы 5 выбрать соответствующее варианту значение коэффициента фильтрации, а из рисунка 9.1 по формуле (9.3) определить гидравлический уклон между скважиной 2 и источником II.

Таблица 9.2

Коэффициенты фильтрации некоторых видов грунта

Вариант	Название грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут
1	Галечник	100-200
2	Песок с галькой	50-100
3	Песок крупнозернистый	15-50
4	Песок среднезернистый	5-15
5	Песок мелкозернистый	1-5
6	Песок глинистый	0,5-1,0
7	Супесь	0,1-0,5

8	Суглинок легкий	0,1-0,01
9	Суглинок тяжелый	0,01-0,001
10	Глина	0,001-0,0001 и менее

2. Вычислить поперечное сечение подземного потока, имеющего мощность водоносного горизонта равную $\frac{1}{4}$ глубины залегания зеркала грунтовых вод в скважине 2 и ширину 30 м.
3. Определить расход грунтовых вод, используя формулу(9.2).

Практическое задание №10

Тема: Морфология руслаи гидродинамические характеристики потока

Материалы и оборудование:

- Миллиметровка (30 x 15 см);
- Простой карандаш, ластик, линейка;
- Калькулятор.

Понятия и определения.

Морфологические особенности русла реки могут быть охарактеризованы с помощью плана или поперечного профиля. **Поперечный профиль реки** – это график изменения отметок дна и водной поверхности поперек русла. Сечение русла реки вертикальной плоскостью перпендикулярной направлению течения называется **водным сечением потока**. Часть площади водного сечения, где наблюдаются скорости течения, является **площадью живого сечения** (Ω , m^2).

Ширина реки (B , m) – это кратчайшее расстояние между урезами воды на обоих берегах.

Средняя глубина (H_{cp} , m) – отношение площади живого сечения к ширине реки:

$$H_{cp} = \Omega : B. \quad (10.1)$$

Смоченный периметр (χ , m) – длина линии дна между урезами воды на поперечном профиле речного русла. Для крупных рек $\chi \approx B$.

Гидравлический радиус (R , m) – отношение площади живого сечения к смоченному периметру:

$$R = \Omega : \chi. \quad (10.2)$$

Распределение скоростей в живом сечении русла можно представить с помощью изотак и эпюр (рис. 10.1).

Изотахи – линии, соединяющие в живом сечении реки точки с одинаковыми скоростями воды, т.е. это линии равных скоростей.

Эпюры (годографы)– кривые изменения скоростей воды в реке по вертикали, изображенные на плоскости параллельной направлению течения.

Динамическая ось потока (стрезень) – линия, соединяющая по длине потока (в плане) точки отдельных живых сечений с наибольшими скоростями.

Задание 1. По данным таблицы 10.1 построить профиль водного сечения реки, определить его площадь, ширину реки, смоченный периметр, гидравлический радиус, среднюю и максимальную глубины реки и провести изотахи.

Методические указания.

1. По данным о глубине промерных вертикалей и расстоянию от берега (колонки 2 и 3 таблицы 10.1) построить на миллиметровке профиль дна, получив, таким образом, водное сечение. Вертикальный и горизонтальный масштаб выбрать самостоятельно в соответствии с форматом миллиметровки и размахом(разностью) значений в таблице 10.1. Точки дна соединить прямыми линиями.

2. Определить площадь каждой части водного сечения, заключенной между промерными вертикалями:

$$\Omega_i = a(h_i + h_{i+1}) : 2,$$

где a – расстояние между промерными вертикалями; h_i и h_{i+1} – глубина соседних промерных вертикалей.

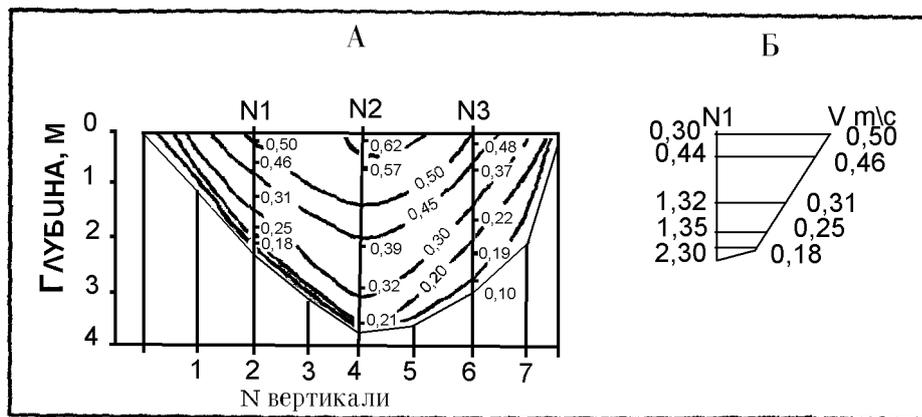


Рис. 10.1.Изотахи (А) и эпюры (Б) в живом сечении реки

Ведомость измеренных скоростей течения в живом сечении р. Ока,
 пост №1, 27.07.1990

Таблица- 10.1

№ промерной вертикали	Расстояние от левого берега, м	Глубина, (Н, м)	Скорости течения (м/с) на промерных вертикалях в точках					Вариант
			0,1Н (от поверх.)	0,2 Н	0,6Н	0,8 Н	0,1 Н (от дна)	
Ур.л. б.	0	0,00						Общ.
1	10	0,66						Общ.
2	20	0,78	0,48	0,45	0,43	0,42	0,35	А
3	30	0,90	0,51	0,49	0,46	0,43	0,28	Б
4	40	1,14	0,49	0,46	0,43	0,34	0,28	А
5	50	1,30	0,46	0,45	0,44	0,39	0,27	Б
6	60	1,50	0,47	0,46	0,43	0,39	0,31	А
7	70	1,96	0,51	0,51	0,45	0,42	0,38	Б
8	80	2,16	0,60	0,58	0,50	0,46	0,44	А
9	90	2,32	0,72	0,70	0,62	0,55	0,48	Б
10	100	2,00	0,69	0,67	0,59	0,48	0,42	А
11	110	1,44	0,64	0,62	0,57	0,48	0,41	Б
12	120	0,78						Общ.
Ур.п. б.	130	0,00						Общ.

3. Определить общую площадь живого сечения реки:

$$\sum \Omega = \Omega_i + \Omega_{i+1} + \dots + \Omega_n.$$

4. Определить смоченный периметр, измерив его на чертеже с помощью линейки и переведя в метры согласно выбранному горизонтальному масштабу.

5. Используя формулу (10.2), рассчитать гидравлический радиус.

6. Используя формулу (10.1), вычислить среднюю глубину реки.

7. Определить максимальную глубину по промерной ведомости (табл. 10.1.).

8. Выделить на каждой промерной вертикали своего варианта точки, соответствующие 0,1Н (от поверхности), 0,2Н, 0,6Н, 0,8Н и 0,1 (от дна). Проставить возле них значения скорости течения (колонки 4-8).

9. Методом интерполяции провести изотахи через каждые 0,05 м/с, начиная с 0,30 м/с. Каждая изотаха должна плавно, не упираясь в дно, выходить на поверхность. В разрывах указать ее значение.

Задание 2. По данным таблицы 10.1 построить эпюры на промерных вертикалях №2 и №10 (вариант А), №3 и №11 (вариант Б), сравнить их средние скорости и сделать вывод о влиянии на морфологию русла.

Методические указания.

1. При построении эпюр скоростей отложить в вертикальном направлении общую глубину промерной вертикали и отметить на ней точки измерения скоростей. Из этих точек в горизонтальном направлении в соответствии с самостоятельно выбранным масштабом отложить скорости течения, изображенные в виде отрезков. Концы отрезков соединить плавной линией (рис. 10.1, Б).

2. Для левой и правой эпюры рассчитать средние значения скорости, которые сравнить между собой.

3. На основании сравнения средних скоростей и конфигурации эпюр сделать заключение о причинах различной крутизны правого и левого склонов русла, положении фарватера, соотношении эрозионных и аккумулятивных процессов.

Практическое задание №11

Тема: Построение гидрографа и его генетический анализ

Материалы и оборудование:

- Миллиметровка (20 x 20 см);
- Простой карандаш, ластик, линейка;
- Калькулятор.

Понятия и определения.

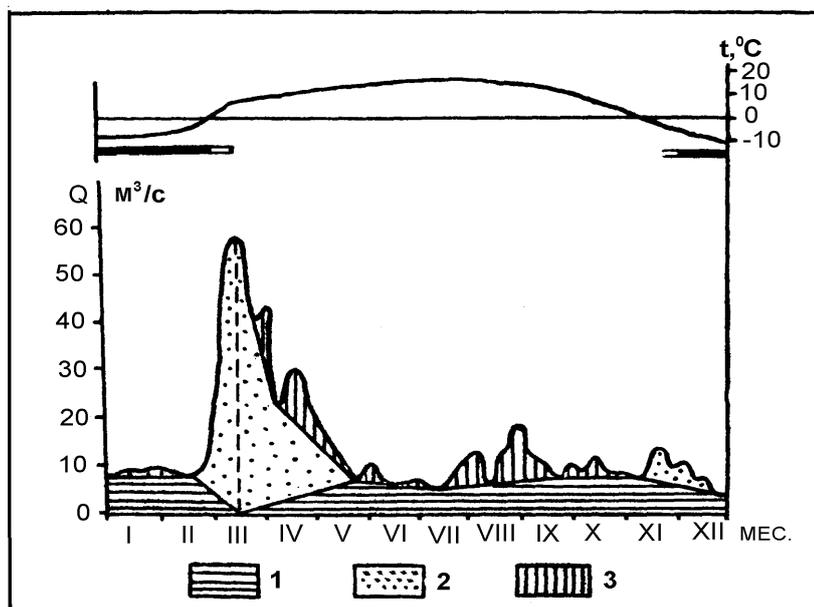
Для характеристики режима стока рек строится *гидрограф* – график изменения расходов воды (Q , м³/с) во времени $Q = f(t)$. Это графическое изображение колебаний среднесуточных или среднедекадных расходов воды в течение года или в различные сезоны года. При этом водоносность реки определяется ее питанием. Выделяют *снеговое, дождевое, грунтовое и ледниковое* питание. На основании различных соотношений разных видов питания строится классификация рек М.И. Львовича. Если один из видов питания дает более 80% годового стока, говорят об *исключительном* значении данного вида питания. Если на его долю приходится от 50 до 80% - этому виду придается *преимущественное* значение. Если же ни один

вид питания не дает более 50% стока, такое питание называют *смешанным*. Для ледникового питания диапазоны градаций (50 и 80%) снижены до 50 и 25%.

Задание 1. По данным таблицы 11.1 построить гидрограф р.Сулы (вариант А), р. Сосновки (вариант Б), расчленить его по видам питания, определить величину снегового, дождевого и грунтового питания и преимущественный тип питания.

Методические указания.

1. По данным таблицы 11.1 и в соответствии с масштабами построить на миллиметровке график изменения расходов в течение года. На оси ординат отложить значения расхода, на оси абсцисс –



месяцы, разделенные на декады.

Рис. 11.1. Гидрограф реки с весенним половодьем

1 – грунтовое питание, 2 – снеговое питание, 3 – дождевое питание

Среднедекадные расходы (Q , m^3/c) и температура воздуха (t , $^{\circ}C$) р. Сула у с. Варва в 1982 г. (А) и р. Сосновка у с. Васильевка в 1983 г. (Б)

Таблица -11.1

Дата	А		Б		Дата	А		Б	
	Q	t	Q	t		Q	T	Q	t
5.01	45	0	7	-6	5.07	20	+8	27	+8
15.0 1	46	-2	8	-5	15.0 7	15	+9	6	+8
25.0	30	-5	6	-7	25.0	20	+9	5	+10

1					7				
5.02	18	-2	7	-6	5.08	35	+9	4	+12
15.0	15	0	7	-5	15.0	20	+8	3	+12
2					8				
25.0	15	0	8	-5	25.0	40	+10	3	+10
2					8				
5.03	195	+6	8	-3	5.09	60	+9	3	+9
15.0	150	+3	9	-1	15.0	40	+8	5	+7
3					9				
25.0	165	+5	20	+4	25.0	30	+6	4	+4
3					9				
5.04	100	+4	35	+6	5.10	35	+2	4	+2
15.0	70	+3	24	+4	15.1	37	+2	7	+1
4					0				
25.0	100	+8	27	+4	25.1	30	+1	8	0
4					0				
5.05	70	+7	14	+5	5.11	25	0	16	0
15.0	50	+7	8	+6	15.1	27	-1	5	-2
5					1				
25.0	30	+6	8	+6	25.1	40	-2	10	-3
5					1				
5.06	25	+6	10	+8	5.12	32	-3	8	-4
15.0	42	+7	8	+6	15.1	25	-6	7	-4
6					2				
25.0	20	+8	8	+6	25.1	15	-6	6	-5
6					2				

Вариант А. Ледостав до 1.03. и с 1.12, ледоход до 10.03, забереги с 1.11.

Вариант Б. Ледостав до 25.03. и с 25.11, ледоход до 10.04, забереги с 1.11.

1. Над графиком изменения расходов построить график ледовых явлений (данные ниже таблицы 11.1). Периоды ледостава обозначить заштрихованной линией толщиной 3 мм, ледохода – незаштрихованной, заберегов – вертикальной штриховкой.

2. Над графиком ледовых явлений вычертить график температурных изменений в течение года.

3. Расчленить полученный гидрограф на снеговое, дождевое и грунтовое питание. Для этого найти на графике самый высокий пик расхода, приходящийся на снеговое питание (определяется по смене отрицательных температур положительными). Считается, что в этот период грунтовое питание равно 0 (рис. 6). Ближе к лету его доля увеличивается, а количество снеговых вод уменьшается, и к концу мая они иссякают. Поэтому справа и слева от точки с нулевым питанием грунтовых вод провести отрезки к ближайшим впадинам (участки кривой, где падение расхода сменяется его увеличением) на гидрографе. Все пики расходов (кроме самого большого) срезать отрезками, соединяющими соседние впадины кривой. Область графика, расположенная ниже срезающих отрезков, относится к грунтовому питанию. Срезанные пики, находящиеся в диапазоне положительных температур имеют дождевое питание. Остальная часть графика – снеговые воды. Участки графика с различным питанием заштриховать согласно условным знакам легенды.

4. Подсчитать количество см^2 , приходящихся на каждый вид питания. Для удобства полученные результаты занести в таблицу 11.2.

Расчет объемов разного вида питания реки

Таблица- 11.2

Питание	Площадь в см^2	«Цена» 1 см^2	Объем питания	
			м^3	%
Снеговое				
Дождевое				
Грунтовое				
Годовой объем стока			Σ	100

5. Определить «цену» 1 см^2 в единицах объема (м^3). Для этого 1 см вертикального масштаба (например, 10 $\text{м}^3/\text{с}$) надо умножить на 1 см горизонтального (например, 2 декады, т.е. 20 сут): $1 \text{ см}^2 = 10 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 20 \text{ сут} \cdot 86400 \text{ с} = 17,28 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

6. Перемножив данные колонок 2 и 3 таблицы 11.2, рассчитать объемы стока снегового, дождевого и грунтового питания.

7. Используя классификацию М.И. Львовича, проанализировать процентное соотношение разных видов питания и определить преимущественный тип питания.

Практическое задание №12

Тема: Характеристики речного стока

Материалы и оборудование:

- Набор тестовых задач;
- Калькулятор.

Понятия и определения.

Для количественной оценки речного стока применяются следующие характеристики:

Объем стока (W , м³) – количество воды, протекающее в русле реки через данный замыкающий створ, за определенный промежуток времени (за год):

$$W = TQ, \quad (12.1)$$

где T – время, число секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с), Q – средний расход, м³/с.

Норма стока (Y , м³/с) – средняя арифметическая величина стока (расхода), вычисленная за длительный (более 50 лет) период. Также она рассчитывается по формуле:

$$Y = AF/T, \quad (12.2)$$

где A – слой стока, мм; F – площадь водосбора, км²; T – время, число секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с).

Модуль стока (M , л/с·км²) – количество воды, стекающей с единицы площади (1 км²) за единицу времени (с):

$$M = Q/F, \quad (12.3)$$

где Q – средний расход, м³/с; F – площадь водосбора, км².

Слой стока (A , мм) – слой воды в мм, равномерно распределенный по площади F и стекающий с водосбора за некоторый промежуток времени:

$$A = W/F, \quad (12.4)$$

где W – объем стока, м³; F – площадь водосбора, км².

Коэффициент стока (α , η , безразм.) – отношение величины (объема или слоя) стока к количеству выпавших на площадь водосбора атмосферных осадков, обусловивших возникновение стока:

$$\alpha(\eta) = A/X, \quad (12.5)$$

где A – слой стока, мм; X – количество осадков, мм. Коэффициент стока изменяется от 0 до 1. Иногда его определяют с помощью эмпирических формул, например:

$$\alpha(\eta) = 1 - \sqrt{d/4,8}, \quad (12.6)$$

где d – средний многолетний дефицит влажности воздуха, мм.

Задание 1. По данным, приведенным в таблице 12.1, и на основании формул (12.1-12.6) рассчитать характеристики речного стока, помеченные вопросительным знаком.

Таблица 12.1

Тестовые задачи для расчета характеристик речного стока
(индексы характеристик согласно разделу Понятия и определения)

Вариант	$У$, м ³ /с	Q , м ³ /с	F , км ²	X , мм	W , м ³	M , л/с · км ²	A , мм	α (η)	d , мм
1	-	0,46	50	400	?	?	?	?	-
2	0,15	-	?	?	?	-	190	?	2,2
3	-	?	40	500	$13 \cdot 10^6$?	?	?	-
4	-	?	50	600	?	?	300	?	-
5	-	?	40	160 0	?	?	?	0,31	-
6	-	?	70	500	?	10,4	?	?	-
7	-	?	90	600	$26 \cdot 10^6$?	?	?	-
8	-	0,40	70	500	?	?	?	?	-
9	-	?	5	200	?	?	180	?	-
10	?	-	50	450	?	-	?	?	2,5
пример	-	0,20	35	250	?	?	?	?	-

Примечание: «?» - найти, «-» - данные отсутствуют.

Методические указания.

Рассмотреть решение на примере, приведенном в таблице 12.1.

1. По формуле (12.1) определить объем стока (W , м³):

$$W = QT = 0,20 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 31,54 \cdot 10^6 \text{ с} = 6308000 \text{ м}^3 = 6,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

2. Зная расход (Q) и площадь водосбора (F), определить из формулы (12.3) модуль стока (M , л/с·км²), для чего значение расхода переводится из м³/с в л/с:

$$M = Q/F = 200 \text{ л/с} : 35 \text{ км}^2 = 5,7 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2.$$

3.Слой стока (А, мм) рассчитать с помощью формулы (12.4), для чего предварительно объем стока ($W = 6,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3$) и площадь водосбора ($Q = 35 \text{ км}^2$) перевести, соответственно, в мм^3 и мм^2 :

$$A = W/F = 6,3 \cdot 10^6 \cdot 10^9 \text{ мм}^3 : 35 \cdot 10^{12} \text{ мм}^2 = 180 \text{ мм}.$$

4.Коэффициент стока ($\acute{\alpha} (\eta)$) вычислить согласно формуле (12.5):

$$\acute{\alpha} (\eta) = A/X = 180 \text{ мм} : 250 \text{ мм} = 0,72.$$

Таким образом, все искомые величины найдены. Аналогично с применением формул (12.1-12.6) решаются все тестовые задачи.

Практическая работа №13

Тема: Строеение водохранилища и его заиление

Материалы и оборудование:

- Калька (10 x 10 см);
- Миллиметровка (10 x 10 см);
- Палетка;
- Простой карандаш, ластик, линейка;
- Калькулятор.

Понятия и определения.

Водоохранилище – искусственный водоем, предназначенный для задержания, накопления, хранения и перераспределения речного стока с целью его использования для удовлетворения хозяйственных нужд. Среди географических типов водохранилищ выделяют **горные, предгорные, равнинные и приморские**, отличающиеся высотой напора – превышением уровней воды в водохранилище и реке ниже плотины. Для приморских водохранилищ напор составляет несколько метров, для равнинных – не более 30 м, для предгорных – до 100 м, для горных – от 100 до 300 м.

В водохранилищах выделяют несколько характерных уровней. **НПУ** - **нормальный подпорный (проектный) уровень**, выше которого подъем воды в водохранилище, как правило, не допускается. **ФПУ** – **форсированный подпорный уровень** превышает НПУ на 1-2 м и кратковременно допускается в редких случаях при пропуске вод особенно больших половодий и паводков. **УМО** – **уровень мертвого объема**, ниже которого сработка вод невозможна. Между ФПУ и НПУ находится **резервный объем** водохранилища,

между НПУ и УМО – *полезный объем*, а ниже УМО – *мертвый объем*.

Заиление – процесс отложения в водохранилище мелких (взвешенных) наносов. Время «жизни» водоема определяется периодом заиления его мертвого объема (τ , годы), который вычисляется по формуле:

$$\tau = V_{mo} / W_R (1 - \sigma), \quad (13.1)$$

где V_{mo} – мертвый объем водохранилища (m^3), W_R – средний годовой сток наносов (m^3), σ – доля стока наносов, проходящая через водохранилище транзитом. Средний годовой сток наносов определяется по формуле:

$$W_R = RT/\rho, \quad (13.2)$$

где R – средний годовой расход наносов в $кг/с$, T – количество секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с), ρ – плотность донных отложений, $кг/м^3$.

Ёмкость мертвого объем водохранилища (объем котловины), заполненный водой до определенного уровня, - вычисляется как сумма отдельных слоев котловины, заключенных горизонтальными плоскостями, проведенными друг от друга на расстоянии h , где h – мощность элементарного слоя (сечение изобат):

$$V = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} h + \dots + \frac{F_n + F_{n+1}}{2} h, \quad (13.3)$$

где $F_i, F_{i+1}, F_n, F_{n+1}$ – площади, ограниченные изобатами.

Задание 1. Выделить характерные уровни и объемы в пределах проектируемого водохранилища (рис. 13.1) и определить период его заиления.

Методические указания.

1. Перечертить рисунок 13.1 на кальку.

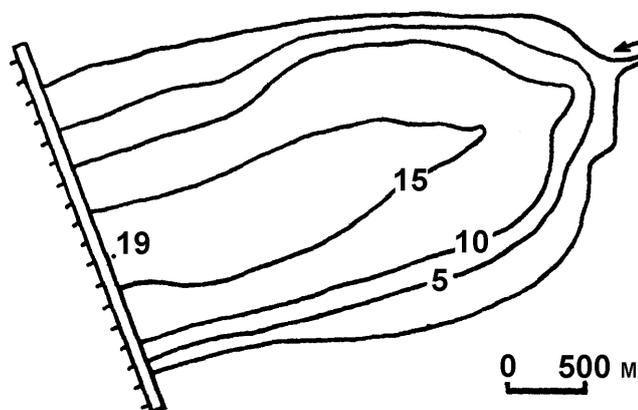


Рис. 13.1. План водохранилища

2. Составить продольный разрез водохранилища по линии «устье реки – отметка 19» с учетом высоты плотины 24 м.

3. Показать на разрезе мертвый, полезный и резервный объемы и разделяющие их уровни, если известно, что УМО находится на глубине 5 м, а ФПУ может превышать НПУ (нулевая изобата) на 2 м.

4. Определить тип водохранилища по величине напора.

5. Вычислить емкость мертвого объема по формуле (13.3), предварительно рассчитав с помощью палетки площади, ооконтуренные изобатами 5, 10 и 15 м.

6. Используя данные таблицы 13.1 (колонки 2 и 3) и формулу (13.2), вычислить годовой сток наносов, попадающих в водохранилище Светлое.

Данные для расчета периода заиления водохранилища

Таблица- 13.1

Вариант	Годовой расход наносов (R , кг/с)	Плотность наносов (ρ , кг/м ³)	Доля транзитных наносов от 1 (σ)
1	400	2200	0,45
2	300	2000	0,40
3	250	1800	0,25
4	400	1500	0,38
5	800	1900	0,30
6	200	1800	0,35
7	100	1200	0,20
8	1000	1750	0,40
9	750	1000	0,48
10	130	1600	0,45

7. Используя данные пунктов 5 и 6, таблицы 13.1 (колонка 4) и формулу (15), определить время заиления водохранилища.

8. Сделать вывод о целесообразности строительства водохранилища, если минимальный срок его эксплуатации без очистки котловины должен составить 10 лет.

Литература

1. Мухаммадиев М.М., Хамдамов Б., Маматкулов Д.А. Гидроэнергетика изланишлари, геодезия– Тошкент - 2020. 234 бет.
2. Соколов В.И., НИЦ МКВК. Водное хозяйство Узбекистана – настоящее, прошлое, будущее. Библиотека водника. Выпуск 1. Ташкент – 2015. 56 бет.
3. Багратуни Г.В., Ганьшин В.Н., Данилевич Б.Б. и др. Инженерная геодезия. Недра 1984. 344.
4. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У., Джураев К.С. Гидроэнергетик курилмалар. Тошкент-2015. Дарслик. 320 бет.
5. Масумов Р.Р., НИЦ МКВК. Методы измерения расхода воды на реках и каналах, в напорных трубопроводах насосных станций и оросительных систем. Библиотека водника. Выпуск 11. Ташкент 2015. 84 бет.
6. Табаков С.В., Постовалова А.А. Инженерная геодезия. Лекции. Хабаровск. Издательство ДВГУПС. 2009. 520.

СОДЕРЖАНИЕ

Ведение.....	
Практическое задание №1. Расчёт гидравлических параметров больших каналов с грунтовым руслом.....	
Практическое задание №2. Расчёт критической скорости потока..	
Практическое задание №3. Построение поперечного профиля русла реки и расчёт ее марфометрических элементов.....	
Практическое задание №4. Работа с масштабами.....	
Практическое задание №5. Продольный профиль каналов.....	
Практическое задание №6. Геодезические расчёты вертикальной планировки местности.....	
Практическое задание №7. Разбивка контура основания плотин на местности.....	
Практическое задание №8. Виды деформаций сооружений и их причины.....	
Практическое задание №9. Залегание и движение грунтовых вод...	
Практическое задание №10. Морфология русла и гидродинамические характеристики.....	
Практическое задание №11. Построение гидрографа и его генетический анализ.....	
Практическое задание №12. Характеристики речного стока ..	
Строение водохранилища и его заиление.....	
Литература.....	