

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр образования «Перспектива»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ КОСЫ ВОДОХРАНИЛИЩА
Р. БОЛЬШАЯ КАМАЛА» С/П «БЕРЕЗКА» Г. ЗЕЛЕНОГОРСКА

Автор: Мацук Владислав Сергеевич
11 класс МБОУ «Лицей №174»,
г. Зеленогорск, Красноярский край,
МБОУ ДО «ЦО «Перспектива»

Руководитель:
Стародубцева Жанна Алексеевна
педагог дополнительного образования
МБОУ ДО «ЦО «Перспектива»

г. Зеленогорск Красноярский край, 2020-2021 уч. год

Оглавление	
Введение.....	3
Глава 1. Способы создания дополнительной проточности в водоеме.....	4
Глава 2. Материалы и методы.	5
2.1. История создания водохранилища на р. Большая Камала	5
2.2. Параметры косы в водохранилище с/п «Березка».....	6
2.3. Методика проведения эксперимента (моделирование результатов реконструкции косы).....	9
Глава 3. Результаты и обсуждение.....	10
3.1. Морфометрическое описание косы	10
3.2. Результаты эксперимента по эффективности модели реконструкции косы.....	12
3.3. Расчеты затрат на реконструкцию 100 метров косы одноковшовым экскаватором на основе ТСН (территориальных сметных нормативов)	13
Глава 4. Заключение.....	13
Выводы.....	13
Список использованной литературы и интернет – источников.....	15

Введение

В городе Зеленогорске с 2016 года моим одноклассником Ильей Михно реализуется проект «Живи. Озеро!»[1]. Проект направлен на решение проблемы неблагоприятного состояния искусственно-созданного еще в 70-е годы XX века водоема в санатории-профилактории «Березка» - интенсивное цветение сине-зелеными водорослями, низким качеством воды. Уже в течение трех лет проводятся мероприятия по искусственной альголизации. Это вселение живой хлореллы, которая естественным путем должна создавать конкуренцию синезеленым водорослям, их количество должно уменьшиться, тем самым улучшая органолептические показатели воды. За три года отмечается положительная динамика качества воды, однако процесс идет с трудом, как будто хлорелла борется, а биогенные вещества продолжают поступать в водоем в новых дозах, подкармливая сине-зеленых. В 2019 году, в рамках вышеназванного проекта было проведено дополнительное исследование и установлена причина интенсивного цветения водоема сине-зелеными водорослями[2]. Эта причина в том числе в косе, которая протянулась на третью часть водохранилища и препятствует проточности юго-восточной (левой) части водоема (рис. 1), приводит к застаиванию воды, повышению температуры, и как результат - бурному цветению сине-зеленых водорослей. Таким образом, **проблемой** является отсутствие проточности «левой» части водохранилища.

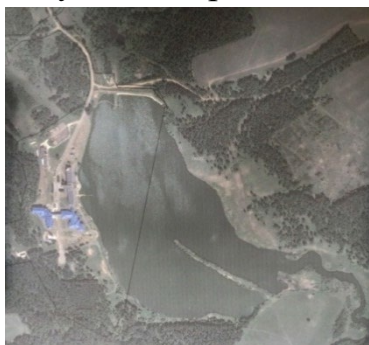


рис. 1 водохранилище



рис. 2 коса

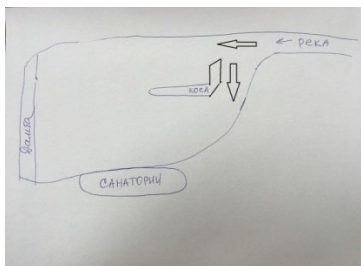


рис.3.Реконструкциякосы

Предполагаем, что убрать всю косу – это очень дорогое и ненужное мероприятие.

Если провести реконструкцию косы - $\frac{1}{4}$ часть ее основание убрать или повернуть в сторону русла реки (рис. 3), то вода, при встрече с преградой на своем пути, изменит направление движения и обеспечит проточность юго-восточной части водохранилища, что позволит решить *проблему*.

Цель: разработать варианты реконструкции косы водохранилища р. Большая Камала и рассчитать их рентабельность

Задачи:

- 1) Изучить способы создания дополнительной проточности в водоеме, нормативно-правовую базу для проведения работ по реконструкции земельно-водных угодий;
- 2) Провести морфометрическое описание косы, определить тип грунта, изучить историю создания.
- 3) Смоделировать результаты реконструкцию косы, экспериментальным путем подтвердить эффективность ее работы.
- 4) Рассчитать объем грунта для удаления, оценить примерные расходы на проведение земельных работ.

Глава 1. Способы создания дополнительной проточности в водоеме.

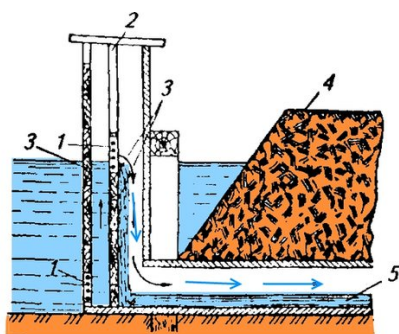
Течение — движение воды в русле водотока (реки, канала, ручья). Течение водотоков происходит под действием гравитации за счёт перепадов уровней воды[4].

Реки и ручьи могут менять свою скорость в зависимости от глубины и ширины русла, а также от общего характера местности, по которой протекает река.

На течения влияет структура береговой линии и дна[5].

Течение рек может изменяться как человеком, так и самой природой. Основным фактором, влияющим на направление и характер движения воды в реке, это конечно рельеф местности (сверху вниз). Любая река прокладывая себе путь, выбирала наиболее низкие территории, а в дальнейшем, в процессе вымывания грунта происходила некоторая корректировка русла по причине разного строения грунта (пород). В наши дни, конечно не редко вмешательство человеческой деятельности вносят свои коррективы в направления некоторых рек[6].

Существуют различные механизированные способы повышения проточности воды (ее перемешивания) – донный водоспуск (рис. 4), перелив по трубе (рис. 5). Изменению скорости и направлению потоков воды можно добиться путем значительных изменений ширины и глубины русла[7].



Донный водоспуск

1. Решетка
2. Стояк
3. Шандоры
4. Плотина
5. Лежак



Рис. 4

рис. 5

Мы предположили, что одним из способов повышения проточности может стать создание преград на пути воды, в том числе создание острова.

Согласно федеральному законодательству об искусственных земельных участках на территории водоемов, создать собственный остров могут как организации, так и частные лица. Приступить к работе можно после согласования проекта с администрацией. Один из способов строительства острова, так называемый метод гидронамыва, предполагает использование в качестве материала песчаного грунта или суглинков со дна водоема[3].

В водохранилище р. Большая Камала строить новый остров смысла нет, в остров можно превратить косу.

Глава 2. Материалы и методы.

2.1. История создания водохранилища на р. Большая Камала

В связи с тем, что в Архиве города информация по вопросу истории создания водохранилища в с/п «Березка» отсутствует, то для создания восстановления этой истории я прослушал аудио-запись 4-х часовой встречи Ильи Михно с бывшим мэром г. Зеленогорска Моргуновым А.А. Александр Александрович руководил работами по строительству санатория и создания водохранилища. В 70-е годы XX столетия, в период строительства санатория-профилактория «Березка» (в 25 км от г. Зеленогорска) для



рис. 6

работников Электрохимического завода, русло реки было видоизменено в водохранилище, территория был затоплена, поставлена дамба. Отдыхающие санатория и жители города с удовольствием стали проводить время на берегу «озера» для прогулок, рыбалки, пикников и т.д.

В 80-е годы «озеро» начало интенсивно цвести, увеличился слой ила, и руководством города было принято решение очистки ложа водохранилища путем спуска воды. Вода была частично спущена. Рыба барахталась в иле. Бульдозеры соскребали ил со дна водоема. Часть ила вывозили на машинах, а часть из-за нехватки техники сгребали с левого и правого берега к центру, тем самым частично перегородив правую часть водоема от левой косой, протяженностью около 300 м., почти на половину уходящей в центр водоема. Так у рыбаков появилось новое место для рыбалки, пикника, куда можно было заехать даже на машине, так как ширина косы в некоторых местах составляет 9 метров.

Таким образом, коса - искусственно-созданный случайным образом в 80-е годы XX века объект, как результат очистки дна котловины от иловых отложений.

2.2. Параметры косы в водохранилище с/п «Березка»

Коса представляет собой участок суши с плотным грунтом (бывшим илом), покрытым растительностью.

1) Измерение параметров косы проводили на местности, с помощью рулетки и лазерного дальномера (рис. 7,8). Часть косы находится под водой.



Рис. 7 Измерение параметров косы



рис. 8 Общий вид косы

2) *Определение покровной растительности* проводили с помощью школьного атласа-определителя высших растений Новикова и Губанова[2а].

3) *Глубину залегания корней и толщину корней* проводили вручную, с помощью лопаты, на срезе, в трех точках части косы, планируемых к реконструкции.



Рис. 9

рис. 10 Вид косы сбоку

4) *Расчёт естественной плотности грунта* с учетом его естественной влажности и содержания газов определяли по закону Архимеда, как отношение массы грунта к занимаемому им объему и определяется по формуле[8].



Пробу грунта, массой 23 г погружали в воду объемом 100 мл (рис. 11), после чего фиксировали объем вытесненной воды. Расчет плотности производили по формуле: $\rho = m/V$, где:

M - масса грунта, V - объем грунта с учетом влаги и газов, ρ - плотность

По величине плотности по сборнику «Земляные работы» [12] определяется тип грунта.

Вариант 1 – проба поверхностного грунта косы

Вариант 2 – проба грунта косы «из воды»

Количество повторностей -3

Рис. 11

$P1 = 23 \text{ г}/20 \text{ мл.} = 1,15 \text{ г/ см}^3 = 1150 \text{ кг/ м}^3$ (низкий показатель естественной плотности) – грунт легкий (I категория)

$P2 = 30 \text{ г}/23 \text{ мл.} = 1,304 \text{ г/ см}^3 = 1304 \text{ кг/ м}^3$ (плотность сырого грунта выше) (I категория)

5. *Методика проведения расчета затрат на проведение земляных работ по типу грунта*

Грунты разрабатываются механическим, гидромеханическим, взрывным, комбинированным и другими специальными способами[9].

Для проведения работ на косе водохранилища подходит механический способ – производится путем отделения грунта резанием с помощью

землеройных машин (одноковшовых и многоковшовых экскаваторов) работающих на транспорт или в отвал.

Для оценки затрат на проведение земельных работ необходимо учитывать:

- 1) тип грунта (I, II, III, IV);
 - 2) в зависимости от типа грунта определяется возможность проведения работ конкретным видом дорожно-строительных машин;
- Тип косы грунта №1 (поверхностный) относится к I категории трудности разработки и может работать всеми видами дорожно-строительных машин (одноковшовыми экскаваторами, скреперами, бульдозерами, грейдерами) [10]. Рекомендуемый – одноковшовый экскаватор.

Одноковшовый экскаватор – самоходная землеройная машина циклического действия; навесное оборудование: прямая лопата, обратная лопата, драглайн, грейфер, струг и засыпатель. Емкость ковша 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,65; 1; 1,25; 2,5; 3; 4,5 м³ – применяют в строительстве, а 40; 50; 100; 140 м³ применяют на вскрышных работах.

- Для грунта №2 «из воды» учитывают нормы разработки грунтов естественной влажности, при разработке вязкого грунта, налипающего на стенки и зубья ковша экскаватора умножать расценки для одноковшовых экскаваторов до 1,1, а для многоковшовых экскаваторов до 1,25. Установленный коэффициент применяется только на объем вязкого сильноналипающего грунта.

3) планируемое время (сезон) разработки

При разработке экскаватором в зимнее время немерзлого грунта, намерзающего на зубья и стенки ковша, умножать на 1,1. Очистка ковша и других частей экскаватора от налипающего грунта, а в зимнее время от намерзающего грунта предусмотрена помощником машиниста без дополнительной оплаты. При обслуживании экскаватора одним машинистом (без помощника) для выполнения этих работ при необходимости назначается землекоп 2 разряда со сдельной оплатой. Расценки для землекопа определяются путем деления тарифной ставки 2 разряда на норму выработки экскаватора.

4) Условия выполнения работ экскаватором.

- При разработке грунта с мокрой подошвой с передвижкой экскаватора по настилам и сланям на разработку грунта экскаватором умножать: при глинистом грунте на 1,2, при прочих грунтах на 1,1. Изготовление щитов для настила нормируется отдельно. Для укладки щитов настила и сланей производитель работ назначает в помощь экскаваторной бригаде землекопов 2 разряда, в соответствии с объемом работ со сдельной оплатой. Расценки

для землекопов определяются делением суммы тарифных ставок 2 разряда на норму выработки экскаватора.

- При черпании грунта из-под воды расценки умножать при глубине воды, м: 0,2-0,5м на 1,1; до 2 м х 1,25; до 4 м х 1,4; более 4 м. х 1,7. Глубина воды определяется замерами в начале и конце смены и принимается как среднее их величин[11].

Данные нормы (СНИПы) предусмотрены для разработки грунта одноковшовыми экскаваторами при угле поворота стрелы до 135° [11].

2.3. Методика проведения эксперимента (моделирование результатов реконструкции косы)

1) Смоделирован водоем из под ручных средств (рис. 12)

2) Из пластилина, в масштабе, была смоделирована коса и 4 варианта ее реконструкции (рис. 13).

- вариант 1 – коса без изменений

- вариант 2 – удалили 100 м основания косы, грунт которой распределили по обе стороны получившегося острова

- вариант 3 – 100 м. косы повернули под углом 60°

- вариант 4 – 100 м. косы повернули на 120°

3) С помощью шприца, шланга был смоделирован компрессор, с помощью которого производилась подача воды (имитация течения)

4) Для оценки скорости перемещения воды в воду из компрессора был добавлен краситель желтого цвета.

5) Производился запуск воды и оценивалось время (сек) 100% заполнения «левой» части водохранилища водой желтого цвета (обеспечение проточности) (рис. 14)



Рис. 12 Модель водоема

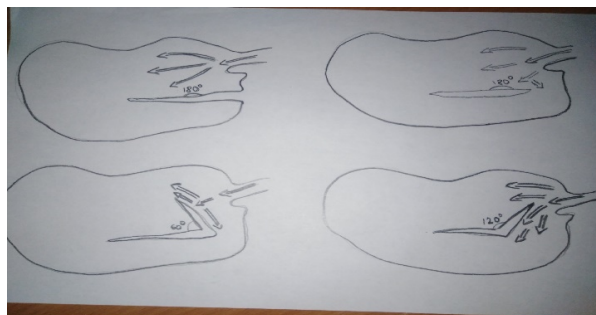


рис. 13 Варианты эксперимента

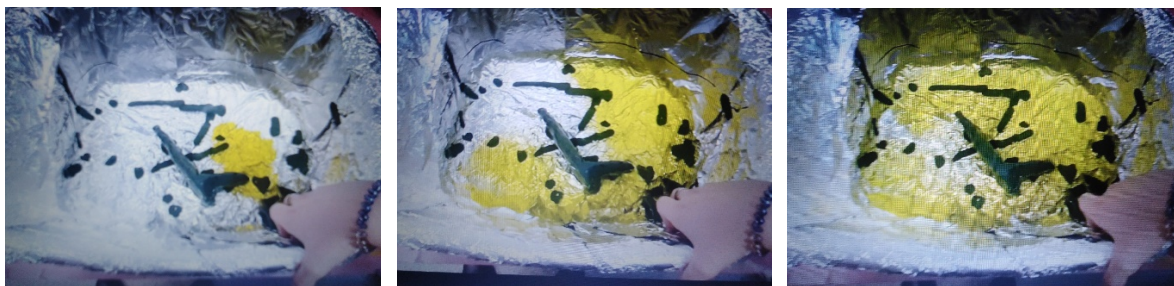


рис. 14 а-в Процесс перемешивания воды

Глава 3. Результаты и их обсуждения

3.1. Морфометрическое описание косы

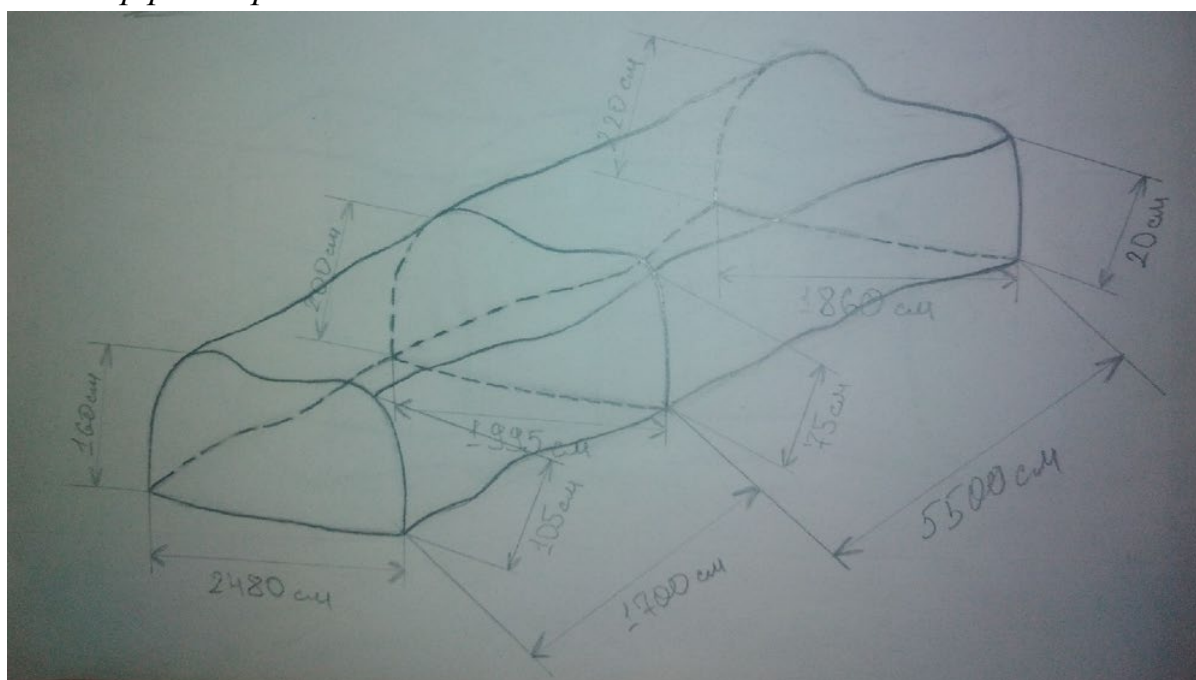


Рис. 15 Модель участка косы для реконструкции

Так как по форме коса - усечённая призма - геометрическое тело, отсекаемое от призмы плоскостью, непараллельной основанию[13], то расчет объема грунта производился по формуле:

$V = (1/3) * H * (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 * S_2})$, где V – Объем в (м³); H – высота ; S_1 и S_2 – площадь трапеции, $S = ((a+b)/2) * H$

Объём грунта косы над водой :

$$S_1 = (a_1 * b) / 2 * h_1''$$

$$a_1 = (1860 + 1995) / 2 = 1930 \text{ см.}$$

$$b = (1860 + 1995 + 2480) / 3 = 6335 / 3 = 2111,6 \text{ (см.)} \approx 2112 \text{ см.}$$

$$h_1'' = (220 + 200 + 20 + 75) / 4 = 515 / 4 = 128,7 \text{ (см.)} \approx 130 \text{ см.}$$

$$S_1 = (1930 + 2112) / 2 * 130 = 4042 / 2 * 130 = 2021 * 130 = 262\,730 \text{ см}^2. = 26,273 \text{ м}^2. \approx 26 \text{ м}^2.$$

$$S_2 = (a_2 * b) / 2 * h_2''$$

$$S_2 = (1995 + 2480) / 2 = 4475 / 2 = 2237,5 \text{ см.} \approx 2240 \text{ см.}$$

$$b = (1860 + 1995 + 2480) / 3 = 6335 / 3 = 2111,6 \text{ см.} \approx 2112 \text{ см.}$$

$$h_2'' = (200 + 160 + 75 + 105) / 4 = 540 / 4 = 135 \text{ см.}$$

$$S_2 = (2240 + 2112) / 2 * 135 = 4352 / 2 * 135 = 2176 * 135 = 293\,760 \text{ см}^2. = 29,376 \text{ м}^2. \approx 29 \text{ м}^2.$$

$$h = 100000 \text{ (см.)} = 100 \text{ (м.)}$$

$$V = 1/3 * 100 * (26 + 29 + \sqrt{(26 * 29)})$$

$$V = 100/3 * (55 + \sqrt{(754)})$$

$$V = (\approx 33) * (55 + (\approx 28))$$

$$V = 33 * 83 \Rightarrow V = 2739 \text{ м}^3. \approx \mathbf{2740 \text{ м}^3}$$

Объём грунта косы под водой :

h – глубина (120 см.) = 1,2 м.

b – ширина (2112 см.) = 21,12 м.

a – длина (100000 см.) = 100 м.

$$V = a * b * h$$

$$V = 100 * 21,12 * 1,2 = 2534,4 \approx \mathbf{2534 \text{ м}^3}$$

Таблица 1

Свойства участка косы для реконструкции

№ п/п	признак	значение
1	Размеры косы над водой	глубина ср. – 130 см. (20 см. – 220 см.) ширина ср. - 2112 см. (1860 – 2480 см.) длина - 10 000 см.
2	Размер косы под водой	глубина ср. - 120 см.

		ширина ср. - 2112 см. длина - 10 000 см.
3	Объем грунта над водой	2740 м ³
4	Объем грунта под водой	2534 м ³
5	Плотность грунта над водой	1150 кг/ м ³
5	Плотность грунта под водой	1304 кг/ м ³
6	Растительность	луговая: тимофеевка луговая, овсяница луговая, лисохвост луговой, клевер, мышиный горошек, хвощ, осока, тысячелистник
7	Глубина залегания корней	30-50 см
8	толщина корней	не более 30 мм
9	наличие древесных растений	По краям косы растут древесные формы кустарников: ива, боярышник

Исходя из данных таблицы 1 и классификации грунтов ГОСТ 25100-82 "Грунты. Классификация"[12] грунт косы относится к категории «Грунт растительного слоя» «легкого типа» и его можно разрабатывать любым видом техники: одноковшевым или двухковшевым экскаватором, скрепером, бульдозером, грейдером и т.д. Подводная часть косы представлена грунтом более высокой влажности и плотности, что увеличивает расходы на проведение земельных работ.

3.2. Результаты эксперимента по эффективности модели реконструкции косы

Таблица 2

№ п/п	вариант эксперимента	потраченное время для (90-100%) перемешивания воды в «левой» части водоема, сек.
В-1	коса без изменений	-
В-2	удалены 100 м основания косы, грунт распределен по обе стороны получившегося острова	24 сек.
В-3	100 м. косы повернуты под углом 60°	38 сек.
В-4	100 м. косы повернуты под углом 120°	18 сек.

Видно, что наиболее эффективным является вариант №4, который позволяет разделить водоток на две части, способствуя быстрому созданию проточности в юго-восточной части водохранилища.

3.3. Расчеты затрат на реконструкцию 100 метров косы одноковшевым экскаватором на основе ТСН (территориальных сметных нормативов) [14].

- 1 рабочий день (смена) экскаваторщика = 8 часов

- При объеме ковша = 1,0 куб. м. (например, Hitachi ZX 200, JCB JS 220) , за одну смену экскаватор убирает (350 – 400 м³.) - 350 (м³) с погрузкой самосвала и 400 (м³.) без погрузки[14]. Моделирование поворота косы можно расценить как дополнительные затраты на погрузку самосвала, поэтому считаем – 350 м³ /1 день (43,75 м³ в час)

- стоимость 1 часа работы экскаватора = 2000 руб. [14]

- если за 1 смену 8 (час) экскаватор убирает 350 м³ грунта, то для выемки грунта:

1) P₁ - над водой ему понадобится 2740 м³ / 43,75 м³ /час = 62,6 часа (**7,8 смены**) * 2000 руб/час = **125240,00 руб.**

2) P₂ - под водой ему понадобится 2534 м³ / 43,75 м³ /час = 57,9 часа (**7,2 смены**)* 2000 руб/час = **115840,00 руб.**

Расчет с учетом коэффициента сложности работ[11]:

1) Надводная часть: **125240,00 руб.** x **1,1** (перемещение по настилам) = **137764,00 руб. (8,6 смены);**

2) Подводная часть: **115840,00 руб.** x **1,1** (перемещение по настилам) + **1,25** (глубина до 2 м.) + **1,1** (грунт влажный, налипает на стенки ковша) = **167968,00 руб. (10,5 смены)**

Итого: P_{общ.} = P₁ + P₂ * коэффициент
= 305 732 руб., 19 рабочих дней (смен)

Глава 4. Заключение

Выводы

1) Способом создания дополнительной проточности в водоеме *может стать создание преград на пути воды, в том числе создание острова.* Реконструкции земельно-водных угодий законом разрешена. Необходимо согласование проекта с администрацией.

2) Коса – искусственно созданный случайным образом в 80-е годы 20 века участок суши в водохранилище р. Б.Камала, состоящий из иловых

отложений, покрытый луговой растительностью, протяженностью 297 метров. Результаты определения плотности и корнеобразования в грунте указывают на его принадлежность к типу «Растительный грунт легкого типа».

3) Экспериментальным путем установлено, что для создания проточности юго-восточной части водохранилища 100м основания косы необходимо реконструировать с поворотом 120°.

4) На проведение работ по реконструкции косы потребуется один экскаватор с экскаваторщиком, 19 дней (по 8 часов в день) и 305732 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКОВ

1. Михно И.В., Стародубцева Ж.А. «Живи. Озеро!». Проект искусственной альголизации водохранилища р. Большая Камала/г. Зеленогорск, 2018 г.
2. Михно И.В., Стародубцева Ж.А. Поиск причин снижения эффективности мероприятий искусственной альголизации водохранилища р. Большая Камала/г. Зеленогорск, 2019-2020 г.
- 2а. Новиков В.С., Губанов И.А./Школьный атлас-определитель высших растений/
3. Федеральный закон Российской Федерации от 19 июля 2011 г. N 246-ФЗ "Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116987/
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Течение>
5. <https://www.cherepahi.com/diving/turtle.nsf/0/8364D52F80EF0027C22576C90064E303>
6. <https://znaniya.com/task/26402554#readmore>
7. <http://www.flg-gidrostroy.ru/?stroitelstvo-vodoemov/protochnyi-vodoem>
Гидрострой. Проточный водоем
8. <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/mineraly/plotnost-grunta> Плотность и типы грунтов
9. <http://perekos.net/sections/view/69> Земляные работ