

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Казанский государственный аграрный университет»  
Агрономический факультет**

**Кафедра «Землеустройства и кадастры»**

**ВКР допущена к защите,  
зав. кафедрой, профессор  
Сафиоллин Ф. Н.  
«\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.**

**АБРАЗИЯ-УГРОЗА ЦЕЛОСТНОСТИ ОБЪЕКТОВ  
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ**

Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки  
21.03.02-Землеустройство и кадастры  
Профиль – Землеустройство

Выполнила-студентка очного обучения Киямова Анастасия Валерьевна  
«\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.

Научные руководители: Сафиоллин Ф.Н.  
д. с.-х. н., профессор «\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.

Шагиахметов А.А.  
старший преподаватель «\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.

Казань- 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКЗОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	4
1.1 Обоснование проекта.....	4
1.2 Склоновые процессы.....	6
1.3 Переработка берегов водохранилища.....	7
1.4 Карст.....	15
<b>Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ КАМСКО-УСТЬИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН</b> .....	18
2.1 Географическое положение района.....	18
2.2 Рельеф и геоморфология.....	20
2.3 Климатическая характеристика.....	22
<b>Глава 3. ИЗУЧЕНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В КАМСКО-УСТЬИНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ РАЙОНЕ</b>	
3.1 Класс проектируемых берегов укрепления.....	27
3.2 Воздействие и нагрузки на берег.....	27
3.3 Параметры водохранилища.....	30
3.4 Формы берегов.....	31
3.5 Упорный пояс.....	34
3.6 Основные типы береговых укреплений.....	36
3.7 Тетраподы.....	42
<b>Глава 4. РАСЧЕТ СТОЙМОСТИ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ</b> .....	48
<b>Глава 5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ</b> .....	51
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	55
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	57

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ВВЕДЕНИЕ

Данная работа предусматривает рассмотрение проблемы – абразии, на территории Камско-Устьинского муниципального района.

Предусматривает собой изучение проблемы в данном районе и рассмотрение всех воздействий на берег, а также выбор наиболее выгодной конструкции по берегоукреплению.

**Целью квалификационной работы** является разработка конструкции по укреплению берега в Камско-Устьинском муниципальном районе.

Для достижения этой цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести теоретический обзор по состоянию берегов Куйбышевского водохранилища.
2. Изучить конструкции по укреплению берегов.
3. Анализировать абразионно-осыпные процессы, проходящие на берегах Камско-Устьинского муниципального района.
4. Разработать наиболее выгодную конструкции по укреплению берега.

Абразия (в прямом переводе с латинского означает соскабливание)- это процесс сноса горных пород в береговой зоне. А также процесс механического разрушения берегов, образуемый за счет воздействия воды, перенося обломочный материал.

Данная тема является актуальной, так как разрушение берегов идет уже с давних времен и будет продолжаться до тех пор, пока не будут исчерпаны данные ресурсы. Проблема имеет высокое значение для всех категорий земель, так как ставит под угрозу как жилые здания и постройки, так и предприятия и другие ресурсы.

Итак, рассмотрим конкретнее данную проблему и методы предотвращения абразии, рассчитаем примерную стоимость работ по берегоукреплению.

# Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКЗОГЕННО-ЭКЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

## 1.1 Обоснование проекта

Абразия - процесс разрушения волнами и прибоем берегов водоемов. Абразия образуется и на дне водоемов, иногда достигает глубину до нескольких десятков метров, а в океанах - до 100 метров и более. Разрушенный материал плавно перемещается по течению водоема и чаще всего откладывается в местах понижения частоты волн. В результате абразии создаются различные формы рельефа абразионного берега.

Чаще всего выделяют механическую (основную), химическую и термическую абразию.

Механическая абразия – это абразия, возникающая при механическом ударе волн о берег и его обломков.

Химическая абразия – это разлагание берегов, состоящих из растворимых пород, от воздействия различных внешних факторов (таких как соли, углекислый газ и др.). За счет этого происходит растворение и выщелачивание пород берегов.

Термическую абразию можно встретить, в основном, в полярных зонах, где преобладают рыхлые многолетние мерзлые породы или лед. В этих случаях берег разрушается от температурных перепадов, за счет чего они разрыхляются и разрушаются, а не только от действия механических волн.

Механическая абразия очень часто сопровождает химическую и термическую и поэтому является основной. Как известно, абразия более интенсивно проявляется на крутых склонах. Подходя к берегу волны, еще не растратив свою энергию, обрушаются на отмели и за счет всей кинетической энергии волн разрушается берег. В начале образуется только небольшое углубление в основании берегового обрыва, которое называется абразионным, а при более сильном разрушении и обваливании коренных пород появляется крутой абразионный уступ, или клиф.

Высота берега, состав и структура пород, энергия волн являются неотъемлемыми составляющими характеристиками при оценке интенсивности и скорости абразии, т. е. устойчивости против размыва. Метаморфические, магматические и сцементированные осадочные породы являются самыми прочными и крепкими. И наоборот если берег состоит из более мягких пород, то и соответственно разрушение такого берега идет более интенсивно, с оползанием и оседанием блоков пород, за счет чего образуются крутые стенки. За счет этого абразионная ниша не успевает сформировываться. Средняя скорость абразии при мягких породах на берегах составляет 0,6-1 м/год, но при сильных штормовых условиях может достигнуть сразу и 10 м.

Крупный обломочный материал остается у подножия клифа, если берег сложен твердыми скальными породами, а менее крупный материал выбрасывается течениями в море и откладывается на подводных склонах, сформировывая аккумулятивную террасу. Бенч – это горизонтальная абразионная площадка, образовавшаяся за счет обрушения клифа на поверхности перед подножием уступа. Бенч, соприкасаясь с подводной аккумулятивной террасой, в последствии поднятия побережья, за счет волновых процессов, образует морскую террасу. А отдельные скалы-кекуры, остаются в прибрежной зоне. В зависимости от литологии пород берега, образуется глыбовая или скалистая сплошная (отмостка), за счет переработки волнами моря. Эта сплошная служит защитой от размыва берега. Если берег сложен глинистыми породами, то отмостка отсутствует. От угла наклона, а также однородности пород и их состава, зависит поверхность бенча. Она бывает ровная, грядовая или ступенчатая. Также клифы подразделяются современные (активные), отмирающие и древние, уже отмершие. За счет воздействия внешних факторов, а также течением времени расширяются аккумулятивная подводная терраса, а также бенч, выполаживается подводный склон. Абразия постепенно ослабевает и затухает из расчета что

волны, проходят над формирующимся мелководьем и означает, что расходуется гораздо больше энергии.

Негативное воздействие на строительные объекты и жизнедеятельность людей оказывают техногенные факторы, которые возникают при влиянии опасных геологических и инженерно-геологических процессов при проектировании.

Далее рассмотрим несколько развитых в Камско-Устьинском муниципальном районе опасных геологических и инженерно-геологических явлений и процессов, таких как карст, эрозионные процессы и подтопление, и вынесем на «Карте инженерно-геологической оценки Камско-Устьинского муниципального района» примерные границы и зоны развития этих процессов.

## **1.2 Склоновые процессы**

Обвалы, осыпи, оползни и сплывы относятся к более опасным склоновым процессам и представляют собой передвижение масс горных пород, по воздействию собственного веса и других воздействий (гидродинамических, вибрационных, сейсмических и других). Также в Камско-Устьинском муниципальном районе бывают осыпи, которые относятся к видам оползневых процессов и связаны со смещением снежных масс снега.

В связи геоморфологической особенностью района данные процессы являются частыми проявлениями, особенно на крутых склонах долинах рек Волга и Сухая Улема. В современных условиях развитие оползней связано с эрозией и глубиной эрозионного вреза.

Также следует отметить движение масс горных пород на склонах, которое происходит между смещающейся массой и подстилающимся неподвижным массивом, что называется оползнями. Такие процессы замечены на правом берегу Куйбышевского водохранилища и ярко проявляют себя в пгт. Камское Устье и пгт. Затон им. Куйбышева.

В связи с этими явлениями в границах пгт. Камское Устье две улицы подвергаются оползневым процессам, это- ул. Горького и ул. Кооперативная. В зоне проявления оползневых процессов общая площадь жилых домов составляет 782,8 м<sup>2</sup>, где проживает 41 человек (19 семей) по данным на 01.12.2018 г.).

Основными факторами в развитии склоновых процессов в пгт.Камское Устье являются:

- 1) уровенный режим, морфология водохранилища (форма зеркала, ширина), ветровой режим, определяющие возможность разгона волн;
- 2) крутизна берегового склона;
- 3) литологический состав пород верхнеказанского яруса верхней перми, слагающих склон;
- 4) гидрогеологические условия по территории склона;
- 5) расположение поселка на территории выпирающим «полуостровом» в Куйбышевское водохранилище.

### **1.3 Переработка берегов водохранилища**

Переработка берегов Куйбышевского водохранилища является одним из проявлений склоновых воздействий, которое происходит под ударом волн.

В Камско-Устьинском муниципальном районе с 2003 г. проводятся наблюдения за несколькими участками, где идет процесс перерабатывания берегов и создана реальная угроза жилым строениям и народно-хозяйственным объектам. Исследованиями занимается Казанский (Поволжский) Федеральный Университет. В Камско-Устьинском муниципальном районе расположены два створа: это пгт. Камское Устье и пгт. Куйбышевский Затон. В таблице ниже приведена интенсивность переработки берегов комплексом экзогенных процессов, в основном это абразионно-оползневые процессы:

Таблица 1.

Линейное отступление бровки берегового уступа и площадь переработанных участков на наблюдательных пунктах.

Наблюдательный участок	Расстояние от репера до бровки, м				Отступление бровки от берега, м/год		Площадь переработанных участков берегов, м <sup>2</sup>		
	2015	2016	2017	2018	2017	2018	2016	2017	2018
Куйбышевский затон (створ №3а)	26,18	25	-	-	0,59	-	172,0	393,13	181,67
Куйбышевский затон (створ №3)	20,48	19,1	-	-	0,69	-			
Куйбышевский затон (створ №1)	-	-	11,48	9,66	2,02	1,82			
Куйбышевский затон (створ №2)	-	-	31,26	28,04	2,26	3,19			
Камское Устье (ул. Горького)	26,18	26,18	-	-	0,0	-	-	-	240,72
Камское Устье (ул. Горького)	-	-	14,71	14,21	-	0,5			
Камское Устье (створ №1, кладбище)	43	41,76	41,52	37,66	0,12	3,86	622,9	816,4	404,34
Камское	41,58	40,62	31,18	27,3	4,72	3,88			

Устье (створ №2, ул. Большая Волга)									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

В границах Камско-Устьинского муниципального района Куйбышевское водохранилище изменяется в пределах 1,25-1,92 м<sup>2</sup>/пог. м\*год. Оценивая по СНиП 22-01-95 категория опасности проявления переработки берегов водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе определена как весьма опасная.

Переработка берегов представляет собой многофакторный процесс, который зависит не только от динамического воздействия, но и от других условий, таких как состав пород, степени трещиноватости и выветренности, положения уровня грунтовых вод, химического состава горных пород и др. На огромных территориях подвергались затоплению пойма, бечевник (то есть береговая полоса), низовье долин, балок и оврагов вследствие значительного подпора.

Из-за воздействия вод водохранилища образовались высокие и крутые береговые склоны. Берега потеряли свою естественную устойчивость, подверглись процессу отступления к водоразделам, нарушились выработанные профили после интенсивного подмыва берегов Куйбышевского водохранилища. После чего большое значение приобрело районирование берегов по условиям переработки водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе, чтобы решить многие вопросы, а также для предварительной оценки возможного ущерба от водохранилища, размещения наблюдательной сети за экзогенными процессами, для планирования специальных инженерно-геологических обследований и решения других народно-хозяйственных задач.





Рис.1 Карта предварительного инженерно-геологического районирования побережья Куйбышевского водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе по условиям его переформирования (фрагмент).

Условные обозначения к рис.1

РАЙОНЫ		Геологические индексы	ПОДРАЙОНЫ	УЧАСТКИ		ПОДУЧАСТКИ					
Геолого-литологические типы пород	Генетические типы склонов р. Волги		Средняя интенсивность переработки берегов	Тип участка	Обозначение	Энергия волнения у бровки откоса в тыс т/м (по Е.Г. Качугину)	Индексы типов подучастков				
Верхнепермские отложения: доломиты с гипсами, известняк, мергели, известняк-песчаник, песчаники	I	P <sub>2</sub> kz	Обвально-осыпные 1	1		30-80 (1) 80-150 (2)	I-1-a-1 I-1-a-2				
				2		30-80 (1)	I-1-b-2				
		P <sub>2</sub> l		3		30-80 (1) 80-150 (2)	I-1-a-1 I-1-a-2				
				4		30-80 (1)	I-2-b-1				
		dpQ <sub>IV</sub> \P <sub>2</sub>		Оползневые 2	5		30-80 (1)	I-2-a-1			
					6		30-80 (1)	I-2-a-1			
Землеорода и пламенеобразные песчано-глинистые отложения	II	J <sub>3</sub>	Обвально-осыпные 1	7		80-150 (2)	II-1-a-2				
				8		80-150 (2) 150-230 (3)	II-1-a-2 II-1-a-3				
		K <sub>1</sub>		9		80-150 (2)	II-1-a-2				
				10		80-150 (2)	II-2-a-2				
		dpQ <sub>IV</sub> \J <sub>3</sub>		Оползневые 2	11		80-150 (2)	II-2-b-2			
					12		80-150 (2) 150-230 (3)	II-2-a-2 II-2-r-3			
			dpQ <sub>IV</sub> \K <sub>1</sub>		13		150-230 (3)	II-2-r-3			
					14		80-150 (2) 150-230 (3)	II-2-a-2 II-2-a-3			
		dpQ <sub>IV</sub> \K <sub>1</sub>	15		80-150 (2)	II-2-e-2					
			Верхнепермские и четвертичные аллювиальные и делювиальные отложения	III	dpQ <sub>IV</sub> \N <sub>2</sub>	Оползневые 2	16		80-150 (2)	III-2-a-2	
17		30-80 (1)					III-3-a-1				
alQ <sub>3IV</sub>	Уступы аллювиальных террас р. Волги и ее притоков и пологие делювиальные склоны	3			18		30-80 (1)	III-3-a-1			
					19		30-80 (1) 80-150 (2)	III-3-b-1 III-3-b-2			
					dQ <sub>III</sub>	20		30-80 (1) 80-150 (2) 150-230 (3)	III-3-a-1 III-3-a-2 III-3-a-3		
						21		30-80 (1) 80-150 (2) 150-230 (3)	III-3-r-1 III-3-r-2 III-3-r-3		
					N <sub>ak</sub>	Уступы аллювиальных террас р. Волги и ее притоков и пологие делювиальные склоны	3	22		80-150 (2) 230-310 (4)	III-3-a-2 III-3-a-4
								23		80-150 (2)	III-3-e-2
alQ <sub>3IV</sub>	Уступы аллювиальных террас р. Волги и ее притоков и пологие делювиальные склоны	3			24		30-80 (1)	III-3-a-1			
					25		30-80 (1)	III-3-a-1			
					26		80-150 (2)	III-3-b-2			
					27		30-80 (1) 150-230 (3)	III-3-a-1 III-3-a-3			
					28		80-150 (2) 150-230 (3)	III-3-r-2 III-3-r-3			
					29		80-150 (2) 150-230 (3) 230-310 (4)	III-3-a-2 III-3-a-3 III-3-a-4			
			30		150-230 (3) 230-310 (4)	III-3-e-3 III-3-e-4					

Анализируя выше представленный материал можно сказать, что основным типом генетических склонов является обвально-осыпные склоны (верхнепермские отложения) по берегу Куйбышевского водохранилища вдоль восточной части Камско-Устьинского муниципального района.

Слабо перерабатываются берега первого подрайона (туда входят участки 1-го и 2-го типов). Процесс абразии охватил лишь основание склона. В пределах от 1 до 5 м изменяется высота абразионного уступа. Однако интенсивнее проходит перестройка склонов в выветрелых и тектонически разрушенных зонах. Обвалы и обрывистые уступы являются формами переработки ниши выщелачивания и подмыва в гипсах и известняках. Следующие факторы способствуют их образованию:

- а) раздробленность пород и трещиноватость;
- б) выветрелость карбонатных пород до состояния щебня и муки;
- в) относительно легкая выщелачиваемость и растворимость гипсов.

В Камско-Устьинском муниципальном районе в пределах Теньковской и Сюкеевской структур наиболее четко прослеживается раздробленность карбонатных пород и трещиноватость. Также важным фактором является наличие участков развития карбонатной муки и щебня (наиболее заметно в населенных пунктах Камское Устье, Красновидово, Теньки, Ташевка). Находясь в основании склона эти участки легко размываются водой. Также способствует нарушению устойчивости склона наличие легко растворяющихся и выщелачивающихся пород в зоне сопряжения с водохранилищем. В результате интенсивного выщелачивания образуются ниши, которые в определенный момент обваливаются и вызывают смещение вышележащего материала, это явление происходит на территории от Мордовского Каратая до границы с Тетюшским муниципальным районом. Таким образом, смещение раздробленного материала и обвалы возникают в зонах высокой тектонической разрушенности.

Участки 4-го и 6-го типов являются оползневыми, сюда входят берега первого района второго подрайона. Они сложились старыми оползнями, которые связаны верхнеплейстоценовым базисом эрозии, а также

современными, которые были активны еще до создания водохранилища. Новый этап активизации оползневых процессов начался на этих склонах. Литологически склон сложен глинисто-мергельными отложениями. Благоприятную среду для развития гравитационных процессов составляют непостоянство пластов, а также быстрая замена в горизонтальном, так и вертикальном направлениях, а в связи с этим происходит частое выклинивание водоносных горизонтов. Смещается материал по склону в виде оползней, осовов, сплывов и оползней-блоков.

Вследствие деятельности подземных и поверхностных вод происходит движение масс, а не только за счет абразии берегов.

Участки 17-го и 18-го типов - это делювиальные уступы в устьях рек и балок, а также на коренных склонах р. Волги, сложены в основном супесями и суглинками, и перерабатываются более интенсивно в равнении с коренным массивом. Способствуют этому текстурные особенности и физические свойства пород делювиального происхождения. Обрушение слабо связанных супесей и суглинков, в форме осыпей, вызывает абразия.

Участок 26-го типа перерабатывается интенсивно, потому что сложен песками, он входит в берега третьего района третьего подрайона. Смещение материала происходит в виде осыпей.

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшее развитие на побережье Куйбышевского водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе получили обвальное-осыпные и оползневые берега, которые из песка, супесей и суглинков четвертичного возраста.

Коэффициент пораженности процессами переработки берегов составил 0,9 на побережья Куйбышевского водохранилища.

По категории опасности склоновые процессы (в том числе с учетом интенсивности переработки берегов Куйбышевского водохранилища) характеризуются как опасные, достигая 4,7% от общей площади территории района (оценка категории опасности произведена по СНиП 22-01-95).

## 1.4 Карст.

Под карстом следует понимать совокупность геологических процессов и явлений, вызванных растворением подземными и (или) поверхностными водами горных пород и проявляющихся в образовании в них пустот, нарушении структуры и изменении свойств.

По характеру карстопроявления Камско-Устьинский муниципальный район относится к карстовой области, проявляющейся в виде многочисленных карстовых воронок и пещер. В районе находятся известные Юрьевская и Сюкеевские пещеры. Подземными выработками гипсового рудника вскрыты более 50 полостей. Дневная поверхность участка поражена большим количеством карстово-суффозионных деформаций. Имеются свежие провалы.

Многие исследователи карста считали, что с поднятием Куйбышевского водохранилища карстово-суффозионные процессы в зоне влияния водохранилища должны затухать, так как уменьшится базис эрозии, а также на некоторых участках карстующие толщи окажутся ниже уровня затопления. Но пример Предволжья РТ, в границах которого расположен Камско-Устьинский муниципальный район, показывает обратную картину. Природа активизации карстово-суффозионных провалов в Предволжье, по видимому, связана со значительными и постоянными флюктуациями уровня Куйбышевского водохранилища (по материалам ГУП «НПО Геоцентр РТ»).

Общая пораженность территории Камско-Устьинского муниципального района карстовыми процессами превышает 25%, по категории опасности карстовые процессы в районе характеризуются как опасные (СНиП 22-01-95).

Одним из наиболее активных современных процессов, преобразующих дневную поверхность Камско-Устьинского муниципального района, является овражная эрозия. Распространение овражной эрозии на территории района неравномерно и определяется морфометрическими (уклон поверхности,

длина склонов), геологическими (степень противоэрозионной устойчивости, фильтрационная способность) почвенными условиями и уровнем хозяйственного освоения.

Эрозионная деятельность на территории района проявляется в образовании промоин и оврагов, расчленяющих водораздельные массивы территории района.

Постоянные водотоки (ручьи и реки), в процессе эрозионной деятельности и в зависимости от геолого-геоморфологических факторов, нередко осуществляют подмыв береговых склонов, приводящих к отторжению поверхностных грунтовых массивов.

Овражно-балочное расчленение приурочено к речной сети, что еще более осложняет эрозионное расчленение территории Камско-Устьинского муниципального района. Развитие оврагов наблюдается по склонам речных долин, по уступам между надпойменными террасами. Наибольшее развитие получили в верхнепермских отложениях, где характерны V-образные профили, спрямленность в плане, ступенчатый профиль дна, небольшое количество отвершков.

Густота овражной эрозии на территории района изменяется в широких пределах - от 0,11 до 4,19 км/км<sup>2</sup>, при этом среднее значение густоты овражной эрозии составляет 0,5 км/км<sup>2</sup>.

Значительной эрозии здесь способствуют малая сохранность лесов (7,7% от общей площади района), широкое распространение крутых склонов, сложенных породами малой и средней противоэрозионной устойчивости, большая глубина эрозионного расчленения (местами достигающая до 183 м).

По данным ГУП «НПО Геоцентр РТ» на территории района преобладают вторичные овраги, т.е. закладывающиеся по естественным, уже существующим эрозионным формам – балкам, ложбинам и лощинам. Первичные овраги составляют незначительную долю. Такое соотношение свидетельствует, что современные процессы линейной эрозии в

подавляющем большинстве случаев predeterminedены древними эрозионными формами и редко выходят за ее пределы.

Эрозионные процессы в своем развитии могут наносить значительный ущерб, поэтому необходимо проведение регулярных мониторинговых исследований за их развитием, расширение наблюдательной сети (см. таблицу ниже), разработка и реализация мероприятий по защите склонов от эрозии. По категории опасности эрозионные процессы, не превышающие 30% от площади района, характеризуются как умеренно опасные (СНиП 22-01-95).

Таблица 2.

Список стационарных участков наблюдений мониторинга экзогенных геологических процессов (по данным ГУП «НПО Геоцентр РТ»)

№ п/п	Процесс	Название участка	Дата начала наблюдений
1	Абразия	Камское Устье	1988
2		Красновидово	1999
3	Оползни	Камское Устье	1988

## Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ КАМСКО-УСТЬИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

### 2.1 Географическое положение района

Территория Камско-Устьинского муниципального района соседствует на северо-востоке с Лаишевским (по Куйбышевскому водохранилищу), на востоке со Спасским, на севере-западе – с Верхнеуслонским, на западе-Апастовским, на юге- с Тетюшским муниципальными районами.



Рис. 2 Камско-Устьинский муниципальный район на карте Республики Татарстан.

Территория Камско-Устьинского муниципального района по состоянию на 01.01.2019 г. составляет 119 880 км<sup>2</sup>, численность постоянного населения – 16541 тыс. человек, из которых сельского населения – 9,7 тыс. человек, городского – 2,9 тыс. человек, плотность населения – 14,8 чел./км<sup>2</sup>. Административное устройство района представлено 17 сельскими поселениями, включающих в себя 17 населенных пунктов – центров сельских поселений, 3 поселка городского типа и 32 рядовых населенных пункта.

В районе имеется несколько промышленных предприятий. Их доля в общем объеме товарной продукции составляет 38%. Наиболее крупными предприятиями являются представительство в РТ ОАО «Волгатанкер», ЗАО

«Ремонтная база флота им.Куйбышева», хлебоприемное предприятие в н.п.Красновидово, Филиал ОАО «Вамин Татарстан» (Камско-Устьинский маслодельный завод), ОАО «Камско-Устьинский гипсовый рудник».

Камско-Устьинский муниципальный район также занимается и сельским хозяйством, в том числе выращивают сахарную свеклу, горох, ячмень, озимую рожь, озимую и яровую пшеницу. И активно развивают садоводство. Животноводство имеет тоже не малую роль в жизни района, занимаются молочно-мясным скотоводством и свиноводством. Насчитываемое поголовье КРС в Камско-Устьинском муниципальном район составило 11 750 голов, в том числе 4 тысячи-коров, 10 840 голов – свиней. Также в районе работают две агрофирмы и 23 крестьянские фермерские хозяйства. Сельскохозяйственные угодия занимают 94,5% площади района.

В районе преобладает водный и автомобильный вид транспорта, так как Камско-Устьинский муниципальный район расположен у слияния реки Камы и Волги. Водный путь является частью путей федерального значения, но автомобильный выполняет функции только местного, районного и межрайонного значений. Также через район проходят газо- и нефтепроводы.

Инфраструктура района включает в себя предприятия и учреждения управления, образования, здравоохранения, жилищно-коммунальные хозяйства, а также предприятия торговли, культуры и спорта.

В Камско-Устьинском муниципальном районе лесной фонд составляет 9,2 тыс. га, что занимает около 7,9% данной территории.

Район может похвастаться своими природными заказниками регионального значения ландшафтного профиля, это «Гора Лобач» и «Лабышинские горы», а также одним резервным участком, планируемым под ООПТ (озеро Шимкуль) и 8-ми памятниками природы, это все представляет природно-заповедный фонд.

Наличие живописных видов, а также пещер и рудников привлекает туристов и жителей самого района. В разрезе муниципальных районов

Республики Татарстан рекреационный потенциал Камско-Устьинского района оценивается как средний.

Санитарно-защитные зоны предприятий, скотомогильников, инженерных сооружений и территорий специального назначения, а также санитарные разрывы трубопроводов и автодорог, водоохраные зоны поверхностных водных объектов, зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения и особо охраняемые природные территории считаются зонами с особыми условиями использования территории Камско-Устьинского муниципального района. Абразия, оползни, активно растущие овраги и участки проявления карста являются природными экологическими ограничениями.

## **2.2 Рельеф и геоморфология**

В географическом отношении территория Камско-Устьинского муниципального района расположена в Предволжье.

Рельеф представляет собой эрозионно-денудационную поверхность выравнивания, лежащую на абсолютных отметках 170-190 м, расчлененную овражно-балочной сетью и крутым уступом (углы наклона достигают 500 и более), обрывающуюся к урезу Волги (Куйбышевское водохранилище). Немногочисленные речные долины (р.р. Сухая Улема, Сюкеевка и др.) асимметричны, в результате чего для рельефа характерны асимметрично-грядовые водоразделы.

Овраги, которые прорезают берега Волги, узкие, глубокие и симметричные. На северо-востоке вдоль берега Куйбышевского водохранилища распространены крупные ветвящиеся овраги (например, вблизи с.Теньки) с временными поверхностными водотоками. Короткие овраги свойственны участку побережья на отрезке пгт.Камское Устье – с.Красновидово.

В верхнепермских отложениях характерны V-образные профили, ступенчатый профиль дна, небольшое количество отвершков, именно там свое активное развитие получили овраги.

Коэффициент эрозионного расчленения является довольно таки высоким и колеблется от 0,6 до 0,8, достигая местами 1 и более.

Часто развитие оврагов связано непосредственно с хозяйственной деятельностью человека. Большое количество молодых растущих оврагов и промоин приурочено к кюветам дорог, промышленным объектам и населенным пунктам, участкам активного земледельческого освоения.

Наряду с эрозией рельеф Камско-Устьинского муниципального района осложнен еще и карстовыми формами. Причинами образования последних является широкое распространение карбонатных и, в меньшей степени, сульфатных пород, залегающих на небольшой глубине. На данной территории выделяются три участка распространения карста. Прежде всего, это Сюкеевские карстовые пещеры, расположенные вблизи одноименного села. Известно 7 пещер в гипсах верхнеказанского подъяруса, но в настоящее время лежащих в зоне колебания уровня Куйбышевского водохранилища. Второй участок расположен в окрестностях д.Мордовский Каратай, где на высотах 110-120 м насчитывается до 120 воронок.

Здесь же зафиксирован карстовый провал глубиной 21 м, который произошел в 1943 г. в лесу на склоне левобережья р.Сюкеевки. Третий участок карста – Теньковский.

Геоморфологические особенности территории Камско-Устьинского муниципального района – представляют наличие крутых склонов долин рек Волга и Сухая Улема – во многом определяют наличие склоновых процессов на данной территории района. Склоновые процессы (обвалы, осыпи, оползни) представляют собой смещение масс горных пород (снежных масс) на крутом склоне под действием собственного веса и различных воздействий.

## 2.3 Климатическая характеристика

В Камско-Устьинском муниципальном районе ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан» на метеостанции «Тетюши» производит наблюдение климатических характеристик района. В самом районе отсутствует метеостанция. Расположенный на Приволжской возвышенности Камско-Устьинский муниципальный район является довольно таки теплым районом и имеет высокие нормы осадков.

Климат в районе умеренно-континентальный, и означает что зима умеренно холодная, а лето недостаточно влажное, но теплое. Весна в Камско-Устьинском муниципальном районе короткая и с бурным нарастанием тепла, а осень очень мягкая и затяжная. Также в районе климат характеризуется большой изменчивостью температур и частыми оттепелями. К засухам приводит неравномерное выпадение осадков по годам. Коэффициент континентальности климата Камско-Устьинского муниципального района-2, а гидротермический коэффициент-1,7.

В среднем в районе продолжительность зимнего периода составляет около 5,5 месяцев между датами перехода среднесуточной температуры  $0^{\circ}\text{C}$  (28.10-06.04). А средняя продолжительность летнего периода с учетом среднесуточных температур воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$  составляет 4,5 месяца. Также средняя продолжительность переходных периодов, это осени и весны, составила 1 месяц. Для весны-это апрель, а для осени-ноябрь.

По данным метеостанции «Тетюши» среднемноголетняя годовая температура воздуха составляет  $+3,9^{\circ}\text{C}$ . За счет влияния Куйбышевского водохранилища годовой ход температуры достаточно плавный (таблица ниже).

Таблица 3.

## Среднемесячная и годовая температура воздуха, 0°С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
-11,1	-11,0	-5,1	4,7	13,0	17,4	19,3	16,9	11,5	4,2	-3,7	-8,9	3,9

Самым холодным месяцем в районе считается январь со средней температурой воздуха -11,1°С. Максимальная среднемесячная температура воздуха самого жаркого месяца (июль) составляет +24,5°С.

Температура холодного периода (средняя температура наиболее холодной части отопительного периода) равна -16,6 0С.

В Камско-Устьинском муниципальном районе количество осадков достигает 483 мм в год. Данные о количестве осадков, в среднем за год, по месяцам представлены в следующей таблице.

Таблица 4.

## Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
27,8	22,8	19,6	27,1	37,2	70,1	56,5	55,7	49,7	49,5	36,7	30,4	483,1

Как видно из таблицы, в годовом ходе осадков наблюдается один максимум и один минимум. В июне отмечается максимум – 70,1 мм, в март минимум -19,6 мм. Чаще всего осадки выпадают зимой, заметно реже летом. Данные по осадкам представлены ниже.

Таблица 5.

Число дней с осадками &gt; 1,0 мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
8	7	5	5	7	10	8	9	9	9	9	9	95

Как было сказано ранее, Куйбышевское водохранилище в Камско-Устьинском муниципальном районе оказывает на климат определенное влияние. Что сказывается на повышении абсолютной и относительной влажности воздуха, выпадении осадков и увеличении образований облачности. Также наблюдаются бризы-ветры в прибрежной зоне. Куйбышевское водохранилище оказывает свое смягчающее влияние на расстоянии 4-5 км от уреза воды, и тем самым:

-увеличивая среднемесячную скорость ветра,

-увеличивая среднемесячную температуру переходных периодов на 1-1,5°C,

-понижая температуру летнего периода на 1-2°C.

В континентальных условиях Поволжья, Куйбышевское водохранилище обладает морскими климатическими свойствами. Проявляется это в увлажнении прилегающей территории района, уменьшении суточных температурных колебаний, влажности воздуха и других внешних факторов.

Благодаря этим воздействиям температура воздуха летом в дневные часы над Куйбышевским водохранилищем ниже на 2-4°C, а ночью температура выше на 2-3°C, чем на удалении от берега на 5-10 км. Также отмечается разница во влажности и составляет 2-3 мб, относительной на 10-20%.

Самое большое влияние от водохранилища испытывает прилегающая к урезу полоса шириной 2-3 км. Но по мере удаления вглубь суши это влияние начинает ослабевать и через 5 км оно становится еле заметным, что даже сложно обнаружить с помощью обычных метеорологических наблюдений.

Летом и осенью в Камско-Устьинском муниципальном районе возрастает число дней со значительной и сплошной облачностью в прибрежной зоне, примерно на 2-4 дня, также заметны увеличения количества летне-осенних осадков, растет образование летне-термических гроз и осенних туманов. За счет перемещения даты перехода среднесуточной температуры через 0°C удлиняется период времени с положительными температурами на 1-3 дня осенью, на более позднее время, отмечается это на водохранилище в прибрежной полосе суши. Заморозки на суше, вдали от Куйбышевского водохранилища, более заметны, чем заморозки на самом водохранилище и прибрежной береговой полосе, за счет этого уменьшается число дней с поздними весенними заморозками.

Можно отметить, что в районе более благоприятно возделывать огородно-бахчевые культуры, разводить сады и ягодники, а также выращивать корнеплоды и другие сельскохозяйственные культуры, на все это благоприятно оказывает гидротермические условия водохранилища в прибрежной зоне.

Куйбышевское водохранилище также оказало ряд причин для изменения уровня залегания грунтовых вод, ветрового режима района, испарения и других климатических условий. За счет влияния созданся благоприятный микроклимат, который способствует развитию своеобразной микрофлоры и микрофауны в районе.

Но стоит учитывать, что согласно схеме территориального планирования Республики Татарстан Камско-Устьинский муниципальный район расположен в зоне умеренного метеорологического потенциала загрязнения атмосферы, поэтому здесь создаются одинаковые условия как для рассеивания, так и для накопления выбросов в атмосферу.

**Глава 3. ИЗУЧЕНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В  
КАМСКО-УСТЫНСКОМ МУНИЦИПАЛЬНОМ РАЙОНЕ**

**3.1 Класс проектируемых берегов укрепления**

К сооружениям инженерной защиты относятся береговые укрепления в городах и на промышленных предприятиях. Класс таких сооружений назначается проектом в соответствии с требованиями СНиП «Гидротехнические сооружения, речные. Основные положения», где должно указываться, что при определении класса гидротехнических сооружений нужно учитывать нарушение эксплуатации и последствия при их авариях. Следуя из этого, рекомендуется пользоваться таблицей ниже и указанной главой СНиП при назначении класса проектируемых береговых укреплений.

Таблица 6.

Класс проектируемых береговых укреплений.

Класс	Характеристика зданий, сооружений территорий
I	Порталы тоннелей метрополитена, насосные станции первой категории надежности с водоприемниками
II	Капитальная многоэтажная жилая застройка, общественные капитальные здания и промышленные предприятия с непрерывным производственным циклом, насосные станции второй и третьей категории надежности с водоприемниками
III	Территория с малоэтажной застройкой, промышленные и коммунальные предприятия, проезды общегородского значения
IV	Городские парки и бульвары, зоны отдыха и зеленые зоны, городские проезды районного значения, садовые и огородные участки

	садоводческих товариществ и сельскохозяйственные угодья
--	---

Примечание. Классы территорий, занятых гидротехническими сооружениями, железными и автомобильными дорогами, принимают согласно СНиП по проектированию этих сооружений.

Класс береговых укреплений у территорий, подлежащих реконструкции в пределах проектного срока, назначают в соответствии с намечаемым их использованием. Если же реконструкция отнесена на перспективу, то класс назначают в соответствии с фактическим использованием территории, но при этом проект должен предусматривать возможность повышения класса береговых укреплений.

### 3.2 Воздействие и нагрузки на берег

По СНиП «Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения» определяют элементы волн на открытых и закрытых акваториях и волновые нагрузки. С учетом деления на зоны по глубине производят расчеты элементов волн водохранилищ, м:

глубоководная - с глубиной  $H > 0,5 \lambda$  гл (где  $\lambda$  гл — средняя длина волны в глубоководной зоне), на основные характеристики волн дно не влияет;

мелководная — с глубиной  $0,5\lambda$  гл  $\leq H \leq H_{кр}$ , на развитие волн и их характеристики влияет дно ( $H_{кр}$  — критическая глубина воды, при которой происходит первое обрушение волн);

приурезовая — с глубиной менее  $\lambda_{кр}$ , в пределах которой поток от разрушенных волн периодически накатывается на берег (где  $\lambda_{кр}$  — глубина воды, при которой происходит последнее обрушение волн).,

прибойная — с глубиной от  $\lambda_{кр}$  до  $\lambda_{кр}$ , в пределах которой начинается и завершается разрушение волн, на водохранилищах, как

правило, отсутствует, так как уклоны подводных склонов больше 0,05 и  $\lambda_{кр} = \lambda_{кп}$ .

Проект должен учитывать в зависимости от конструкции и типа берегового укрепления: нагрузки и воздействие на сооружение откосного профиля волн; нагрузки на сооружения вертикального профиля от стоячих, разбивающихся и прибойных волн; нагрузки на обтекаемые преграды и сквозные сооружения от волн.

В проекте учитываются следующие ледовые нагрузки:

-вдольбереговой дрейф ледяных полей и торосов, навалы ледяных полей при штормах и ледоходах, торошение льда;

-температурное расширение ледяного покрова;

-при ветровых нагонах удар отдельных льдин;

-всплывание отдельных элементов конструкции вместе с ледяным полем или отдельными льдинами при повышении уровня воды в водоемах, особенно заметно в хвостовых частях водохранилищ.

Расчет нагрузок определяют по СНиП «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения» как от движущихся ледяных полей на откосные береговые укрепления, так и от остановившихся ледяных полей, навалов на сооружения под воздействием течения воды и ветра ледяного покрова при его температурном расширении.

Из-за отсутствия методики, нагрузки от торошения льда и вдольберегового дрейфа торосов не рассчитывают, а только определяют на основе аналогичных данных, лабораторных исследований и натурных наблюдений.

С учетом опыта эксплуатации водохранилищ и отдельных наблюдений в аналогичных условиях, проектируют береговые укрепления. Крутизну бетонных откосных укреплений делают не круче чем 1:3 -1:4, при тяжелых ледовых условиях, сползание ледяных массивов при таком заложении исключается. При более крутых заложениях удерживать лед от сползания способны неровные береговые укрепления.

### 3.3 Параметры водохранилища

Куйбышевское водохранилище - это третье в мире по площади водохранилище, оно считается крупнейшим в Евразии и расположено на реке Волге. После того как перегородили долину реки у города Ставрополь (Тольятти) образовалось данное водохранилище, происходило это в 1955-1957 годах после завершения строительства Волжской ГЭС им В.И. Ленина. По расположенному по течению ниже городу Куйбышеву (Самара) ему было дано название - водохранилище. А нижнюю часть часто называют Жигулевским морем и по сей день.

Длина водохранилища по Волге составляет — 510 км, наибольшая ширина — 40-44 км в устье Камы (ещё одно очень широкое место — 27 км — чуть выше Ульяновска), площадь водного зеркала — 6450 км<sup>2</sup> (среди речных — второе место в мире; 50,7 % площади находится в границах Татарстана), полный объём воды — 58 км<sup>3</sup>, полезный объём — 34 км<sup>3</sup>. Подпор уровня воды у плотины — 29 м, он распространяется по Волге до города Новочебоксарска, по Каме — до устья Вятки. Крупные заливы водохранилище образует по долинам Камы, Свияги, Большого Черемшана и других рек.

Основное назначение водохранилища — выработка электроэнергии, улучшение судоходства, водоснабжение, ирригация. Также, данное место излюблено для рыболовства.

Водоохранилище сильно изменило режим стока Волги как выше, так и ниже плотины: сток в половодье существенно уменьшился, а в межень — возрос. Колебания уровней воды сейчас у города Казани составляют 5-6 м, в то время как до создания водохранилища они достигали 10-11 м. По сравнению с неурегулированной Волгой водохранилище стало на 3-5 дней раньше замерзать и позже освобождаться ото льда. Также изменился микроклимат на расстоянии 3-6 км около водохранилища, перестроились процессы на дне и в береговой полосе, начались абразия и размыв берегов,

активизировались оползни. Очень изменились условия произрастания прибрежной и водной растительности, обитания птиц и рыб.

### 3.4 Формы берегов

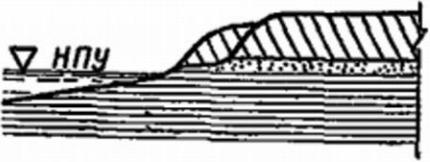
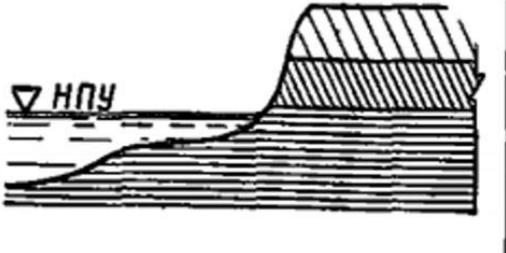
С возникновением водохранилищ потеряло свое преобладающее значение участие течений в руслоформирующем и рельефообразующем процессе берегов, но место них заняли место новые силы, характерные повышением уровня воды на 10-20 м, а на некоторых водохранилищах и более. В контакт с рекой вступают породы, снижающие устойчивость склона долины и ухудшающие прочностные и деформационные свойства пород, которые подвергаются постоянному или временному намоканию. Для устойчивости берега особенно губительны разрушения пород в полосе амплитуды режимных колебаний уровня водохранилища, достигающей 2-7 м.

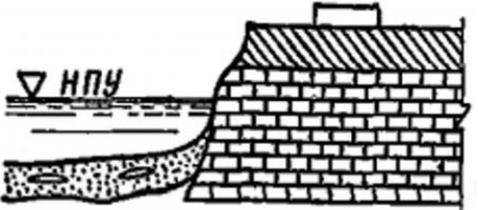
Различные формы берегов возникают вследствие многофакторного процесса, в который входит переформирование берегов водохранилища, которые определяются непосредственно инженерно-геологическими условиями. В следующей таблице рассмотрим типичные формы берегов.

Таблица 7.

Типичные формы берегов.

Формы берегов	Характеристика	Береговые укрепления
	<p>Слабонаклонные склоны речной долины, уходящие под уровень постоянного затопления с</p>	<p>Упорный пояс любой конструкции кроме подводной гребенки</p>

	<p>активно формирующимся надводным или подводным абразионным уступом.</p>	
 <p>The diagram shows a cross-section of a riverbank. On the left, the water level is indicated by a dashed line with the symbol '▽ нпу'. The bank slopes upwards from the water. A shaded area represents a landslide base that is situated above the level of permanent flooding. The top of the bank is relatively flat.</p>	<p>Динамически активные берега с базисом оползней выше уровня постоянного затопления</p>	<p>Опояски и подпорная стена</p>
 <p>The diagram shows a cross-section of a riverbank. On the left, the water level is indicated by a dashed line with the symbol '▽ нпу'. The bank slopes upwards from the water. A shaded area represents a landslide base that is situated above the level of permanent flooding. The bank profile is more irregular than in the previous diagram.</p>	<p>Динамически активные берега с базисом оползней выше уровня постоянного затопления</p>	<p>Упорный пояс или откосное укрепление</p>
 <p>The diagram shows a cross-section of a riverbank. On the left, the water level is indicated by a dashed line with the symbol '▽ нпу'. The bank slopes upwards from the water. A shaded area represents a terrace or floodplain in front of a cliff. The cliff face is vertical and situated behind the terrace.</p>	<p>Береговой уступ, формируемый водохранилищем, с затопленной террасой или поймой вперед его подошвы</p>	<p>Упорный пояс любой конструкции кроме подводной гребенки</p>

	<p>Абразионный береговой уступ, возвышающийся над аккумулятивными формами берега (над растущими отмелями, косами и др.)</p>	<p>Опояска любой конструкции</p>
	<p>Крутопадающие приглубые берега с глубиной воды на месте строительства берегового укрепления до 25 м и более</p>	<p>Откосное укрепление</p>
	<p>Затопленное коренное русло со стоковыми течениями размывающими прибрежную террасу</p>	<p>Упорный пояс любой конструкции</p>

Темпы и объемы, характер разрушения берегов волновое воздействие зачастую не определяет, а лишь участвует. В условиях динамически активного берега приходится вести строительство береговых укреплений. Установить главные черты переформирования берегов помогают установить режимные наблюдения за темпами и объемами разрушения берегов.

Составление прогноза переформирования берега на период проектирования и организации строительных работ в зоне, где динамика берега охвачена нестационарным процессом, является одной из задач инженерно-геологических изысканий для обоснования проекта береговых укреплений. Такие прогнозы обычно обосновывают инженерно-геологическими изысканиями, сопоставлением материалов со съемок различных годов, а также лоцманскими картами и непосредственным и наблюдениями. При составлении прогноза учитывают такие факторы как волновое воздействие на берег; течения, береговой сток наносов ;выветривание почв и размокаемость пород; механическое разрушение пород ледовыми навалами и подвижками; влияние разрушения склона на развитие оползневых процессов.

### **3.5 Упорный пояс**

Упорный пояс — главная часть берегового укрепления, обеспечивает его долговременность и надежную защиту зданий и сооружений, находящихся в зоне воздействия водоема.

Упорный пояс должен соответствовать условиям устойчивости и прочности из-за воздействия грунтовых вод, а также волновых и ледовых нагрузок. Проложение линии регулирования определяют его координаты. В соответствии со СНиП «Основания гидротехнических сооружений», «Подпорные стены» выполняют расчет устойчивости под действием нагрузок на сдвиг. В соответствии с классом принимают коэффициент надежности, а также согласно требованиям СНиП по проектированию речных гидротехнических сооружений.

В качестве упорного пояса, при наличии нужной кондиции камня и при любом основании, применяют каменно-набросные подводные банкеты обжатого и распластанного профилей. Их проект рассматривает запас высоты для осадки сооружения, которую должны запроектировать в

соответствии с физическими характеристиками грунта основания и пористостью каменной наброски.

Камень укладывают в несколько слоев при возведении сооружений на глубоководье. Толщину слоев и размеры камней подбирают в зависимости от расчетной скорости течения и воздействия волн на соответствующих глубинах. Для данной конструкции камень нижнего слоя должен быть равным и больше  $1/3$  размера камня последующего слоя. И толщина каждого слоя должна быть не меньше 2 м.

Размеры камня для внешней стороны банкета рассчитываются в соответствии с нагрузкой при штормах редкой повторяемости, а также учитывая ледовую нагрузку при штормовых навалах льда, торошении и при вдольбереговом дрейфе льда. Не менее чем из двух слоев камня, устойчивых при волновом и ледовом воздействии, должно состоять укрепление внешней поверхности сооружения. При сильных размывающих скоростях стоковых течений и при вероятности проявления размывов в основании банкета, с внешней стороны такой конструкции укладывают дополнительный запас камней, такого объема, который сможет заполнить промоины при постепенном размыве камней.

Водолазными обследованиями и промерами проверяют систематически профиль банкета при эксплуатации, особенно часто проверку делают после сильных штормов и тяжелых ледяных проявлений.

Заменителем природного камня могут выступать пирамиды из бетона, при технико-экономических обоснований. Отсутствие технических средств служит одной из причин применения при возведении упорного пояса и для более совершенной конструкции.

Простота изготовления является главным преимуществом использования пирамид.

Наброска из пирамид по гидродинамическим свойствам близка к каменной наброске по условиям устойчивости. Рекомендовано применять пирамиды массой 1-1,5 т. В соответствии с главой СНиП «Нагрузки и

воздействия на гидротехнические сооружения» определяют массу пирамиды, соответствующую состоянию ее предельного равновесия.

Для строительства центральной и внутренней частей профиля банкета можно использовать камни и горную массу, отвечающую требованиям гидродинамического строительства по прочности и размокаемости, небольших размеров, а для покрытия, защищающего банкет от волн и ледового воздействия можно использовать пирамиды. Толщина покрытия должна равняться двойной геометрической высоте пирамиды. Для погружения в размыв и его прекращения должен быть предусмотрен запас камня, расположенный вдоль банкета, если в основании банкета ожидается воздействие размывающих скоростей стоковых течений. Если глубина воды около упорного пояса меньше тройной высоты волны редкой повторяемости, то и запас материалов отсыпают из камня или же пирамид, которые являются устойчивыми к волновым воздействиям у основания банкета.

### **3.6 Основные типы береговых укреплений.**

Конструкцию и тип укрепления берега определяют с помощью нагрузок, вызванных воздействием водоема на берег и сооружения; инженерно-геологических условий и рельефа бортиков водоема. Значения защищаемой территории для ведения народного хозяйства, ее использования в градостроительных, промышленных, а также транспортных целях. Планировочных требований к береговой полосе, определяемой проектом генерального плана города или проектом детальной планировки.

Таблица 8.

## Основные типы береговых укреплений.

№	Краткое описание конструкции	Условия применения
Упорный пояс (подводное)		
1	Банкет из каменной наброски	При слабых осадочных основаниях и опасности подмыва сооружения стоковыми течениями. При укладке на рыхлое основание профиль банкета увеличивают в соответствии с ожидаемой осадкой
2	Банкет из фасонных блоков, пирамид или кубов	При отсутствии камня требуемых кондиций, отвечающих волновым и ледовым условиям. При укладке на слабое основание профиль банкета увеличивают в соответствии с ожидаемой осадкой
3	Массивы-гиганты из тонкостенного сборного железобетона с заполнением песком или бетоном, установленные на каменной постели	На скальных или полускальных основаниях
4	Стенка из двухрядного железобетонного шпунта таврового сечения с диагональными тягами	На скальном или полускальном основании. Подводная высота сооружения ограничивается производственными возможностями по изготовлению и

		установке элементов
5	Шпунтовый ряд из заанкерowanych стальных свай типа «Ларсен» или ШК, омоноличенных поверху	На основаниях из плотных глин или гравийно-галечных грунтов без включения валунов, с содержанием гальки и гравия не более 30%
6	Стенка из железобетонного шпунта таврового сечения, омоноличенная поверху, анкерованная или со свободным концом	На грунтах без включения валунов с содержанием гравия и гальки не более 30%
7	Стенка из анкерованного железобетонного шпунта прямоугольного сечения, омоноличенного поверху с песчано-гравийным обратным фильтром или с иными противofiltrационными устройствами	На основаниях, допускающих погружение железобетонного шпунта любым способом
8	Стенка из анкерованных свай-оболочек, омоноличенных поверху, с противofiltrационным устройством	На основаниях, допускающих погружение свай-оболочек
9	Подводная гребенка из каменно-набросных бун на естественном основании	Для защиты от размыва стоковыми течениями, подводных террас и откосов
Опояски (надводное)		

10	Опояска из фасонных блоков (тетраподов, диподов и проч.) на постели из каменных материалов	Для защиты береговых уступов в любых инженерно-геологических и гидрологических условиях. Размеры каменной постели назначают с учетом стоковых течений
11	Опояска подошвы берегового уступа из штучного камня с окантовкой кромки свайным рядом сквозной конструкции с шапочным брусом	Ниже базиса оползней на незатопленной части склона или террасы
12	Стенка свайно-заборчатой конструкции высотой до 2 м	На основаниях, допускающих погружение свай любым способом, При пологом откосе перед стенкой и малых амплитудах колебаний уровня
13	Опояска в виде подпорной стены уголкового профиля	При пологом откосе перед стенкой, высоте волны до 1 м
Откосные		
14	Откосные покрытия плитами из монолитного железобетона (с открытыми или закрытыми швами), уложенные на обратном песчаногравийном фильтре или щебеночной подготовке	Для укрепления берегов в зоне колебания уровней воды и волнового воздействия выше строительного уровня в водохранилище
15	Покрытия плитами из сборного железобетона (с открытыми или закрытыми	То же

	швами), уложенными на обратном песчано-гравийном фильтре или щебеночной подготовке	
16	Гибкие покрытия (түфячного типа) с открытыми швами из сборного железобетона, анкерованные за плиты или сваи в верхней части крепления, на гравийно-галечном естественном или искусственном основании	Для укрепления подводной части берегов
17	Каменная наброска на обратном фильтре или щебеночной подготовке	Для укрепления подводной и надводной части берега
18	Откосное укрепление из фасонных блоков (тетраподов, диподов и др.)	Для укрепления подводной части приглубых берегов в тяжелых волновых и ледовых условиях. При укладке на слабое основание профиль укрепления увеличивают в соответствии с ожидаемой осадкой
19	Ступенчатое укрепление бетонными блоками	Для укрепления берегов в зоне колебания уровней воды и волнового воздействия выше строительного уровня
20	Решетчатые плиты на песчано-гравийном фильтре с заполнением ячеек камнем	Для укрепления берегов выше строительного уровня. Обладает хорошими дренирующими

		свойствами
21	Решетчатые плиты на щебеночной подготовке с заполнением ячеек растительной землей с посевом трав	На малых водоемах (облегченный тип укрепления)
Подпорные стены набережных		
22	Массивная, волноотбойного профиля из монолитного или сборного железобетона на свайном основании или каменной постели	Выше строительного уровня для защиты транспортных магистралей, прогулочных террас городских набережных
23	Из обыкновенных массивов на каменной постели	Для защиты террас набережных потенциально-оползневых берегов
24	Углового профиля из сборного железобетона на высоком свайном ростверке	Выше строительного уровня для защиты террас городских набережных
25	Из крупных анкерowanych свайных панелей прямоугольного сечения	То же
26	Углового профиля из сборного железобетона на основании из каменных материалов	Выше строительного уровня, на грунтах, не допускающих погружения свай
27	Из железобетонного таврового или прямоугольного шпунта с наклонными анкерующими сваями	На грунтах без валунов с содержанием гравия и гальки не более 30%

Примечание: Конструкции упорного пояса можно применять как самостоятельные береговые укрепления при отсутствии особых архитектурно-планировочных и других специальных требований к благоустройству берега, его промышленному или транспортному использованию.

В таблице приведенной выше, указаны основные типы береговых укреплений, достоверность материалов которой подтверждена неоднократно в практике строительства и эксплуатации. Такие конструкции совершенствуются в направлении повышения их технологичности в строительстве, продолжительности межремонтных периодов, а также экономичности.

Причинами повреждения берегоукрепительных сооружений служит:

- подмыв нижней кромки сооружения,
- вынос грунтов из основания каменных набросок через швы железобетонных конструкций.
- из-за некачественного выполнения обратных фильтров,
- разжижение песков с полными разрушениями,
- не соблюдение норм при подборе каменных материалов
- не качественность работ.

Анализ причин и обобщение опыта, вызывающих повреждения сооружений позволяют сформулировать основные принципы конструирования береговых укреплений: итак, сопряжение берегового укрепления и его основания должно быть хорошо защищено от размыва стоковыми течениями и волнами.

Размывание упорного пояса или надводной части береговых укреплений начинается ровно тогда, когда скорость стоковых течений и волновые воздействия достигают размывающих величин. Согласно главе СНиП «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения» для сооружений с вертикальной стенкой следует применять максимально

расчетную волновую скорость и допускаемые значения волновых не размывающих скоростей, а грунтовая часть берега является работающей частью сооружения, которая принимает на себя активные волновые и ледовые, а также другие нагрузки. Согласно техническим требованиям проекта гранулометрический состав и плотность должны удовлетворять всем нормам, предусматриваемым проектом. Все конструкции также должны учитывать все свойства ползучести грунтов и изменения способностей во времени. Береговые сооружения должны предусматривать дренажные системы. Конструкции береговых укреплений также должны учитывать свойства ледовых и волновых нагрузок.

### **3.7 Тетраподы.**

Тетраподы железобетонные - это изделие в виде фигурных блоков, предназначенные для берегозащитных и оградительных сооружений.

Любое строительство берегозащитных укреплений и осуществление работ всегда направлены на защиту коренного берега, а также на сохранение и расширение существующих пляжей или образование искусственных пляжей и на защиту пониженных территорий, при подъемах уровня воды, от затопления. Выделяют несколько берегозащитных сооружений и мероприятий: волнозащитные, волногасящие, плесеудерживающие и специальные мероприятия. В зависимости от назначения и режима использования участка берега следует производить выбор вида берегозащитных сооружений и мероприятий для судоходства, лесосплава, водопользования и других видов.

В основном, применяют тетраподы для возведения ограждений и укрепления прибрежных зон, а также для предотвращения эрозии и для причальных и подводных строительных работ. Главными задачами тетрапода служит защита берегов от стихий, защита и укрепление речных и морских участков берега и сооружений, а также преломления волн ледяного покрова.

Тетрапод представляет собой четыре конусообразных луча, которые соединяются между собой в одной объемной конструкции.

Железобетонные тетраподы изготавливаются по ГОСТ 20425-75 «Тетраподы для берегозащитных и оградительных сооружений» из гидротехнического бетона марки не ниже М300 по прочности на сжатие.

Гидротехнический бетон представляет собой разновидность тяжелого и особо прочного бетона, который непосредственно используют при строительстве конструкции и сооружений или их фрагментов, в частности контактирующих с водой, либо постоянно находящихся в воде. Гидротехнический бетон характеризуется очень высокими показателями водонепроницаемости, морозостойкости, а также прочности на сжатие и растяжение, в зависимости от расположений и условий работы элементов гидротехнических сооружений. Бетон должен располагать свойствами к агрессивному воздействию волн. Портландцемент служит основой для приготовления гидротехнического бетона. Для заполнения используют песок, щебень, а также гравий или гальку, крупностью от 150 мм и более. Для повышения качества бетонирующей смеси в нее вводят различные добавки - пластифицирующие, воздухововлекающие, а также уплотняющие и другие.

Проектной организацией в зависимости от тех или иных климатических условий района назначается марка бетона по морозостойкости. При температуре выше  $-5^{\circ}\text{C}$  марка бетона для морских сооружений – F100, для речных сооружений – F75. При температуре  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  – F150 и F100 соответственно. В пределах от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-35^{\circ}\text{C}$  – F200 и F150. При расчетной температуре воздуха  $-35^{\circ}\text{C}$  – F300 и F200. Марка бетона по водонепроницаемости W6- для морских сооружений, W4- для речных сооружений. Тетраподы изготавливаются из гидротехнического бетона производственной марки не ниже М400 по прочности на сжатие и водонепроницаемостью – не ниже В6, для берегозащитных сооружений в преурезовой зоне побережья с интенсивными волновыми ударами и

подвергающихся воздействию льда. Отпускная прочность железобетонного изделия должна быть не менее 70%. Также тетраподы оснащают армированными каркасами из горячекатанной арматурной стали, для придания еще большей надежности жесткости. Элементы армирования также как и бетон обрабатываются в специальном антикоррозионном растворе и также проходит гидрофобную обработку.

Для качества тетраподов предъявляют самые высокие требования и стандарты качества. Поверхность тетрапода должна быть гладкой и не иметь участки с обнаженной арматурой. Наплывы и вмятины не должны превышать глубину более 20 мм. Раковины и воздушные местные поры не должны превышать глубину более 20 мм и длину более 200 мм и общую площадь раковин – более 3% от площади поверхности тетраподов. Местные усадочные поверхностные трещины не должны превышать ширину более 0,2 мм и длину более 1/4 длины образующей конуса. Около бетона конусов тетрапода не должны иметь глубину более 10 мм длину 50 мм на 1 м. Любые трещины на поверхности тетрапода, будь то сквозные или вдоль конусов, а также у основания не допускаются. Также не допускаются отклонения по массе изготовленных изделий.

Хранить тетраподы разрешается только на специальной площадке в горизонтальном положении. Подъем, погрузку и разгрузку тетраподов следует производить с помощью специальной строительной техники. Погрузка, транспортирование и разгрузка изделий должны производиться бережно, также должна быть исключена погрешность на малейшие повреждения. Для удобного монтажа железобетонного изделия были созданы специальные петли на усечениях конусов изделия. Тетраподы могут изготавливаться с подъемными петлями, расположенными по оси каждого конуса или с одной петлей, располагающейся по оси одного из конусов основания. При изготовлении тетраподов с подъемными петлями эти петли должны изготавливаться только из горячекатаной гладкой арматурной стали класса А-I. При этом смещение положения подъемных

петель от оси конуса допускается не более чем на 10 мм, в ином случае изделие будет подвержено браку. Петли должны быть очищены от наплывов бетона. Изготовление тетраподов с подъемными петлями для районов строительства с расчетной температурой наружного воздуха ниже  $-35^{\circ}\text{C}$  не допускается (как правило, за расчетную температуру принимают среднюю температуру наиболее холодной пятидневки).

Маркируются тетраподы буквенно-числовым обозначением, где:

- Т-тетрапод;
- Число- указывает вес изделия в тоннах.

Масса тетрапода- основная характеристика, которая обеспечивает устойчивость изделию на береговой линии.

Таблица 8.

Классификация тетраподов.

Наименование	Высота H, см	Расстояние h, см	Высота h1, см	Диаметр D, см	Диаметр d, см	Ширина B, см	Вес, тонн	Объем бетона, куб.м
Т-1,5	134	88	57	65	38	144	1,5	0,625
Т-13	279	180	140	128	70	294	13	5,2
Т-20	310	202	150	148	88	330	20	7,57
Т-25	335	218	163	159	95	356	25	9,48
Т-3,0	170	112	85	78	46	183	3,0	1,213
Т-5,0	207	138	105	94	50	225	5,0	2,185
Т-7,8	235	156	120	105	60	255	7,8	3,146

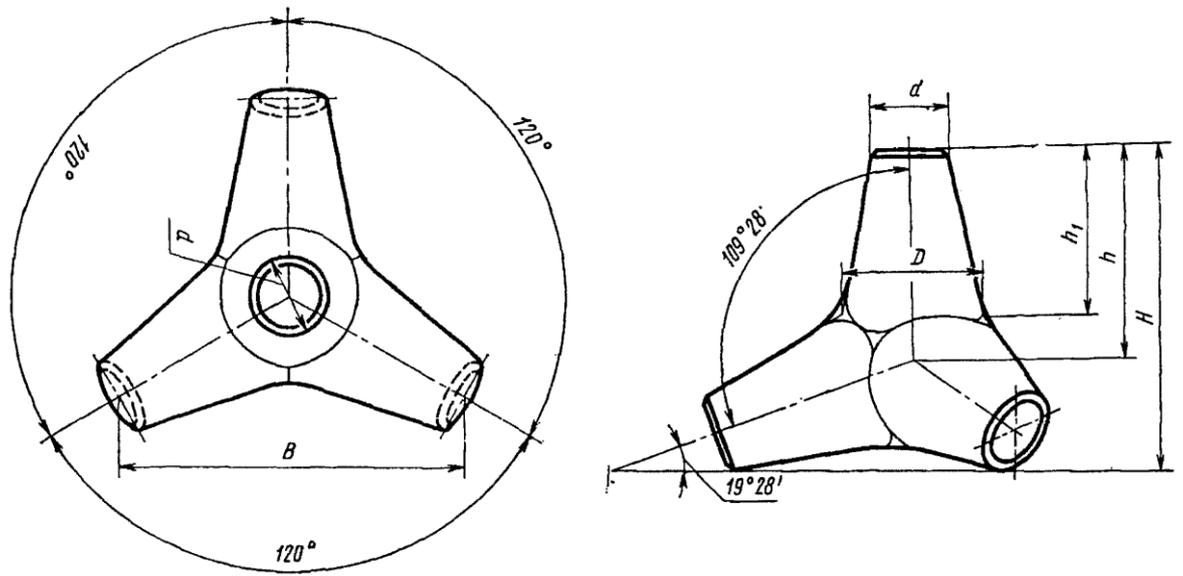


Рис 3. Конструкция тетрапода.



Рис 4. Тетрапод

## Глава 4. РАСЧЕТ СТОЙМОСТИ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ

Проводя предварительную оценку берегов Куйбышевского водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе можно смело сказать, что все побережье подвержено абразии, оползням и осыпям. Также следует провести ряд мероприятий по берегоукреплению, проведя подбор самой доступной конструкции, которая будет наиболее выгодна как в экономическом плане, так и в плане надежности конструкции.

Так как данная местность подвержена сильным ветрам, и другим погодным условиям наиболее выгодно будет применять более гибкую конструкцию. Предлагаю рассмотреть конструкцию опоясок из бетонных блоков.

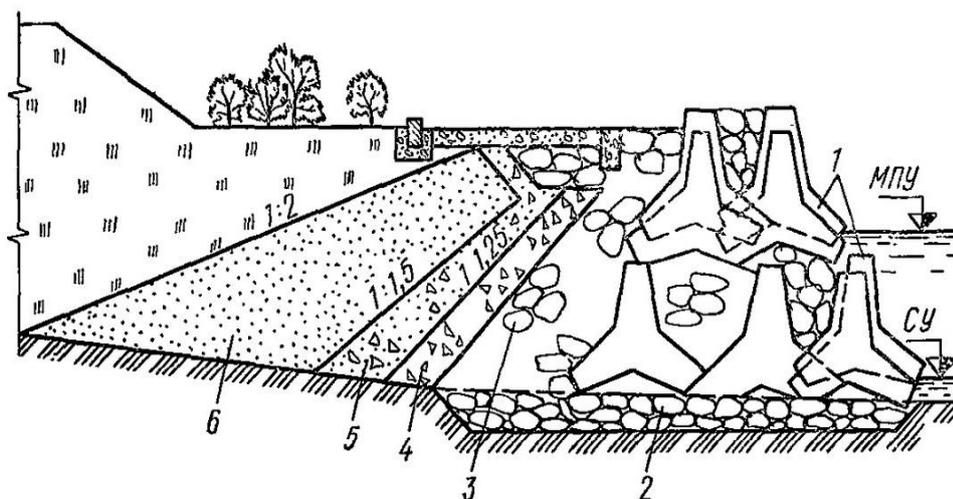


Рис. 5 Конструкция берегового укрепления опоясок из бетонных блоков.

1 - тетраподы; 2 - каменная постель; 3 - камень; 4 - щебень; 5 – песчано-гравийная смесь; 6 - песок

От разрушающегося берега водоема чаще всего применяют опояски для защиты подошвы берегового уступа. Они возводятся в короткие сроки, поэтому их целесообразно применять при ликвидации аварийного состояния берега.

Даже при тяжелых волновых воздействиях и довольно значительных деформациях основания сооружения опояски из фасонных блоков обладают высокой устойчивостью и сохраняют свои технологические свойства. При местных деформациях создает эту устойчивость и обеспечивает гибкость конструкции взаимность зацепляемости элементов сооружения.

Попробуем рассчитать примерную стоимость данной конструкции, на территории размером 1000 м<sup>2</sup>:

На поверхность склона укладывается габионная сетка и бутовый камень, конструкция крепится специальными креплениями.

Минимальная стоимость данной конструкции составляет 1900 руб/м<sup>2</sup>.

$$1900 \text{ руб/м}^2 * 1000 \text{ м}^2 = 1900000 \text{ рублей}$$

В качестве упорного пояса делаем конструкцию из тетраподов, они будут служить защитой у подножия склонов от ветра и волн, а также других внешних воздействий.

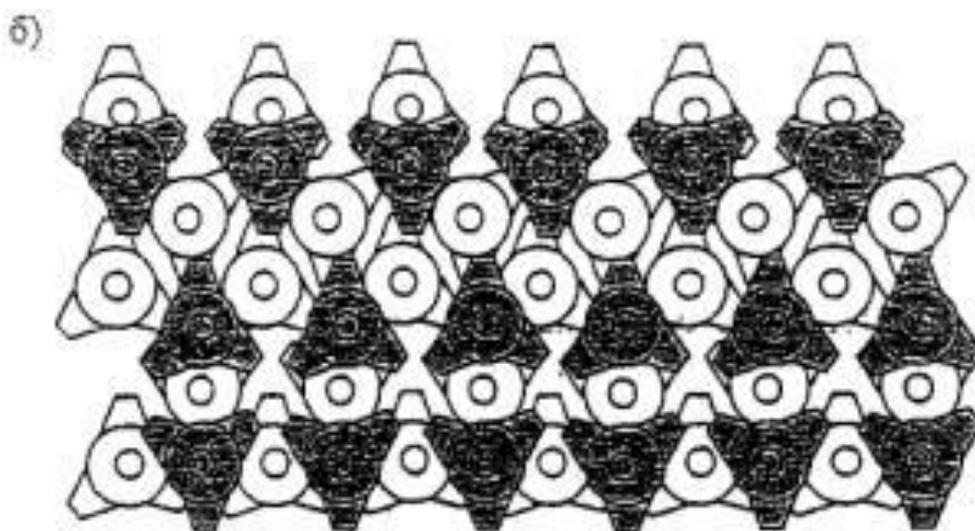


Рис 6. Конструкция раскладки тетраподов.

По характеристикам тетрапода более выгодно использовать марку Т-5,0. Один тетрапод данной модели стоит 19 580 руб.

На территорию 1000 м<sup>2</sup> на потребуется 483 тетрапода. Но так как конструкция предусматривает только 50% заполнения тетраподами, то получится 242 тетрапода. Посчитаем стоимость данной конструкции:

$$242 * 19\,580 \text{ руб} = 4\,738\,360 \text{ рублей}$$

Итак, можно сделать вывод, что данная конструкция имеет надежность и пластичность конструкции, доступность материала и доступная возможность установки. А также данная конструкция является долговечной, за счет качественных материалов. Но при этом стоимость является значительной для использования по укреплению всех берегов Куйбышевского водохранилища.

Итого стоимость подобранной конструкции составит:

$$1\,900\,000 \text{ руб} + 4\,738\,360 \text{ руб} = 6\,638\,360 \text{ рублей.}$$

Эта сумма затрат представлена на 90 м береговой линии или 73 760 рублей на 1 м.

## Глава 5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Абразия наносит большой вред окружающей среде, уничтожая за собой все сельскохозяйственные угодия, пастбища, жилые постройки, природные памятники и другие виды объектов. Также этому способствуют обвалы, осыпи, эрозия почв. Все эти обстоятельства утяжеляют жизнь человеку и приходится искать методы решения этих проблем.

В современном мире разработано множество мер, по предотвращению абразионно-осыпных процессов. Ими являются посадка растительности вдоль берегов, укрепление берегов различными сооружениями, начиная от бунов и волнорезов, заканчивая, железобетонными конструкциями более массивной проектировки.

На данный момент существуют если не предотвращение, то замедление процессов данными выше мерами, которые доступными в экономическом плане практически всем районам Республики Татарстан. Но все же этой проблеме место быть на всех уголках света, где есть реки, моря, водохранилища и др.

Столь же важной проблемой считается, что этому процессу уделяют не значительное внимание и даже те же набережные возводят не для предотвращения абразионно-осыпных процессов, сколько для красоты. Скалистые берега, с живописными разрезами почвы привлекают внимание многих людей, но мало кто задумывается чем грозит данная проблема и что нужно принимать меры.

Рассада растительности является самым экономичным методом приостановления абразии, но его не целесообразно использовать, там где абразия уже сильно развита.

Самым лучшим вариантом для нашего региона являются шпунтовые ограждения и их уже активно используют. Также довольно таки не уступающим методом является защита берегов с помощью тетраподов, они

защищают берег от волновых ударов, также хорошо запрактиковали себя в зимний период, для ослабления ледовых нагрузок на берег. Позже мы поподробнее рассмотрим этот способ защиты укрепления берегов конструкцией с помощью тетраподов.

Естественно для каждой формы берега и его почвенных характеристик подбирается наиболее выгодная конструкция как и в экономическом плане, так и в том плане, чтобы конструкция выглядела уместно в данной ситуации и не нарушала природную картинку.

### **Физическая культура на производстве**

Непосредственно в рамках трудового процесса физическая культура представлена главным образом производственной гимнастикой, которая в основном имеет три формы: вводная гимнастика, физкультурные паузы и физ-культминуты.

Для понимания их сути и отличительных особенностей требуется хотя бы в основных чертах представлять динамику оперативной работоспособности в течение рабочего дня, поскольку смысл всех форм производственной гимнастики заключается прежде всего в оптимальном оперативном управлении динамикой работоспособности, содействии максимальной производительности труда без ущерба для здоровья работающих.

Оперативная работоспособность человека, как показали исследования в лабораториях и на производстве, на протяжении рабочего дня претерпевает ряд закономерных последовательных изменений. В типичном случае – при до-статочно высоком темпе трудовых действий, значительной напряженности и продолжительности рабочего дня – показатели ее вначале возрастают, затем стабилизируются и в конце снижаются. При этом чередуется три периода (или фазы):

1. Период вработывания (примерно первые 0,5-1 ч работы), когда на основе «настраивания» регуляторных процессов и активизации функций

организма увеличиваются внешние показатели работоспособности, растет производительность труда.

2. Период стабилизации, когда наблюдаются устойчиво высокие показатели работоспособности.

3. Период относительного и прогрессирующего снижения оперативной работоспособности (период утомления), когда производительность труда уменьшается.

Представленная динамика оперативной работоспособности в различных условиях трудового процесса видоизменяется. Нередко на фоне утомления (перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня) показатели труда временно повышаются. Это явление получило название «конечного порыва» оно возникает в силу мобилизации работающих систем, как своеобразная условно – рефлекторная реакция на момент окончания работы.

Также динамика работоспособности зависит от характера производственной деятельности, психической нагрузки, гигиенических условий и т.п.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом работы с целью быстрее вработывания.

Физкультурная пауза – выполнение физических упражнений в период рабочей смены с целью достижения срочного адаптивного отдыха.

Физкультминуты – представляют собой кратковременные перерывы в работе от 1 до 3 мин, когда выполняются 2-3 физических упражнения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении мне хочется сказать, что абразия – это актуальная проблема на все времена и с каждым годом она наносит все больший и больший ущерб, ставит под угрозу жилые дома, предприятия, сельхозугодия и другие объекты. Но своевременное наблюдение этой проблемы и принятие мер по укреплению берегов поможет нам сократить эти потери, и сохранить природный вид берегов. Также проблеме абразии способствуют и другие экзогенно-экологические процессы, такие как процессы осыпей и оползней, а также карст и другие изученные мной процессы.

О характеристике природных условий можно сказать следующее, что климат района способствует повреждению берегов, особенно в зимний период времени (ледостояние). Температура в такой период способствует промерзанию берегов, то есть почвенных капилляров, и тем самым еще больше помогает развитию трещин.

Изученный мною участок берега Куйбышевского водохранилища в Камско-Устьинском муниципальном районе подвержен сильному воздействию берегов, тем самым под угрозой находятся две улицы с жилыми домами. Для предотвращения мер борьбы с абразией, на данном участке, я подобрала наиболее выгодную конструкцию (опояски из бетонных блоков).

Опояски из бетонных блоков являются гибкой конструкцией. Под воздействием различных факторов конструкция не портится долгое время, остается устойчивой и защищает берег от обрушений. Также данная конструкция является качественной, но остается доступной в цене и легкодоступности материалов, а также является долговечной.

В заключительной главе, я произвела расчеты по конструкции опоясок из бетонных блоков, в которых еще раз видно что конструкция является экономически выгодной. Хочется сказать, что сравнив данную конструкцию с другими она является более гибкой и устойчивой, производится только из высококачественных гидроустойчивых материалов, а также лучше защищает берег от внешних воздействий.

К сожалению, в настоящее время не все районы могут выделить столь большие суммы на конструкции по укреплению берегов и данные работы, поэтому эта тема до сих пор имеет большое значение в нашей жизни. Государство выделяет средства на укрепление берегов и постройку набережных зон, но чтобы охватить весь берег, конечно же, этого не хватает, даже добавив деньги местных бюджетов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Есин Н. В. Абразионный процесс на морском берегу. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 200 с
- 2) Сафьянов Г. А. Динамика береговой зоны морей. М.: МГУ, 1973. 174 с.
- 3) Симонов Ю. Г. Балльные оценки в прикладных географических исследованиях и пути их совершенствования. Вестник МГУ. Серия 5. География. 1997. Вып. 4. С. 7–10
- 4) Сокольников Ю. Н. Инженерная морфодинамика берегов и ее приложение. Киев: Наукова думка, 1976. 228 с.
- 5) Геологический словарь, М: "Недра", 1978
- 6) Кинг К.А. «Пляжи и берега», 1963.
- 7) Схема территориального планирования Камско-Устьинского муниципального района: 2018 г
- 8) Руководство по проектированию береговых укреплений на внутренних водоемах: Москва, 1984 г.
- 9) Доклады академии наук, 2008, том 420, № 1, с. 120-12 География, УДК 551.35.054 (470.21/268.45), Скорость абразии грубообломочного материала © 2008 г. М. В. Митяев, М. В. Герасимова
- 10) Вилсон Д. Утилизация твердых отходов Т.І.М., 1985
- 11) Грин П., Стаут У., Тейлор Тю, Биология. М., 1979
- 12) Научная статья на тему: «Экспериментальное исследование сопротивления бетона ледовой абразии», автор научной работы — Беккер Александр Тевьевич, Уварова Татьяна Эриковна, Помников Егор Евгеньевич, Фарафонов Александр Эдуардович, Тютрин Роман Сергеевич
- 13) Типизация берегов Братского водохранилища [Текст] : научное издание / Е. А. Козырева // XVIII Всероссийская молодежная конференция "Геология и геодинамика Евразии", Иркутск, 19-23 апр., 1999. - Иркутск, 1999. - С. 118-119
- 14) Моделирование эволюции термоабразионного берега [Текст] : научное издание / И. О. Леонтьев // Геоморфология. - 2003. - N 1. - С. 15-24 : 2 ил. - 7 . - ISSN 0435-4281
- 15) Геоморфологическое районирование южного побережья [Текст] : научное издание / Т. Д. Леонова, П. Ф. Бровков // Проблемы синергетики и коэволюции геосфер. - Саратов : СИ РГТЭУ, 2008. - С. 164-167. - 3 . - ISBN 978-5-91630-017-8

- 16) Опасные природные процессы побережья Таганрогского залива (Ростовская область) [Текст] : научное издание / О. В. Ивлиева, Л. А. Беспалова, П. П. Ивлиев // Литодинамика донной контактной зоны океана. - М. : Геос, 2009. - С. 93-94 . - ISBN 978-5-89118-469-5
- 17) Развитие абразионно-аккумулятивных процессов в береговой зоне Иркутского водохранилища [Текст] : научное издание / Ю. С. Максимишина, Т. В. Буддо // Геоморфология Центральной Азии. - Барнаул : Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 2001. - С. 146-149. - 4 . - ISBN 5-7904-0154-6
- 18) Вендров С.Л., Зенкович В.П. ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ. Геоморфология. 1970;(1):46-52.  
<https://doi.org/10.15356/0435-4281-1970-1-46-52>
- 19) Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан : [монография] / [Ю. П. Переведенцев и др. ; науч. ред.: Ю. П. Переведенцев, Э. П. Наумов]. - [Казань] : Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. - 284, [3] с. : ил., цв. ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-98180-515-8 : 200 экз.
- 20) Борисенков, Е. П. Климат и деятельность человека / Е.П. Борисенков. - М.: Наука, **2016**. - 128 с.
- 21) Геоэкологическое моделирование для целей управления природопользованием в условиях изменений природной среды и климата / П.М. Хомяков и др. - М.: Едиториал УРСС, **2016**. - 400 с.
- 22) Доклад о мировом развитии 2010. Развитие и изменение климата. - М.: Весь Мир, 2010. - 424 с.
- 23) ГОСТ 20425-75 «Тетраподы для берегозащитных и оградительных сооружений»
- 24) СНиП «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения»
- 25) СНиП «Основания гидротехнических сооружений», «Подпорные стены»
- 26) СНиП «Гидротехнические сооружения, речные. Основные положения»
- 27) СНиП «Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения»
- 28) СНиП 22-01-95
- 29) [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%8F\\_\(%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%8F_(%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC)

%D0%BE%D1%80%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)

- 30) <https://www.studsell.com/view/144890/30000>
- 31) <http://beregukrep.ru/price/>
- 32) <https://studfiles.net/preview/1853344/page:6/>
- 33) <http://wiki.web.ru/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%8F>
- 34) <http://naukarus.com/skorost-abrazii-grubooblomochno-materiala-na-litorali-murmanskogo-poberezhya>
- 35) [https://studwood.ru/1176910/ekologiya/endogennye\\_ekzogennye\\_prot\\_sessy](https://studwood.ru/1176910/ekologiya/endogennye_ekzogennye_prot_sessy)
- 36) <https://studfiles.net/preview/6269981/>
- 37) <https://bigenc.ru/geography/text/2049153>

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**