



# **РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) НА БАЗЕ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ в Ставропольском крае**

*Гидрологические исследования и  
технико-экономического обоснование  
создания малых ГЭС на водотоках  
Ставропольского края*

*В.Л. Бондаренко, А.В. Кувалкин, А.П. Москаленко  
(презентация доклада по результатам НИР )*

*Новочеркасская государственная мелиоративная академия,  
ООО «ГеоИнноТех»  
Новочеркасск-Ставрополь, 2010 г.*





**Создание малых ГЭС является составной частью развития ТЭК Юга России, а конкретно его части на базе ВИЭ, что обусловлено насущной необходимостью и тенденциями развития мирового и российского топливно-энергетического комплекса, бурным развитием в мире эффективных технологий энергопроизводства на базе ВИЭ, пересмотром мировым сообществом идеологии энергообеспечения и принятием амбициозных планов по снижению потребления органического топлива (на 50% к 2050 г. в целом по миру, и на 20% в странах ЕС к 2020 г.), принятием Правительством РФ Постановления и Программы по развитию ВИЭ в РФ до 2020 г.**



**Для условий Ставропольского края с высоким уровнем развития водохозяйственного комплекса, перспективным (с учетом современного уровня технологий и оборудования) направлением по развитию ВИЭ, является использование существующих гидротехнических сооружений с перепадом уровней воды в верхнем и нижнем бьефах от 3 м и более и значительными расходами воды.**

**Предлагается создавать малые ГЭС на ирригационных и водохозяйственных объектах, как сопутствующие элементы действующих водохозяйственных комплексов**



**Развитие малой гидроэнергетики является одним из наиболее перспективных направлений по реализации мероприятий Киотского Протокола**

**Объем потребляемой электроэнергии в РФ ежегодно растет и составит к 2020г. более 1800 млрд. кВт/ч. и в регионах Юга России (ЮФО и СКФО) более 126 млрд. кВт/ч.**

**Создаваемые ГЭС обеспечат надежное и качественное электроснабжение:**

- **сельскохозяйственных предприятий,**
- **ЖКХ сельских поселений,**
- **предприятий местной промышленности и транспорта,**
- **сократят выбросы парникового газа (CO<sub>2</sub>) в атмосферу,**
- **обеспечат замещение топлива, используемого на тепловых станциях,**
- **сократят инфраструктурное ограничение для экономического развития сельских территорий**

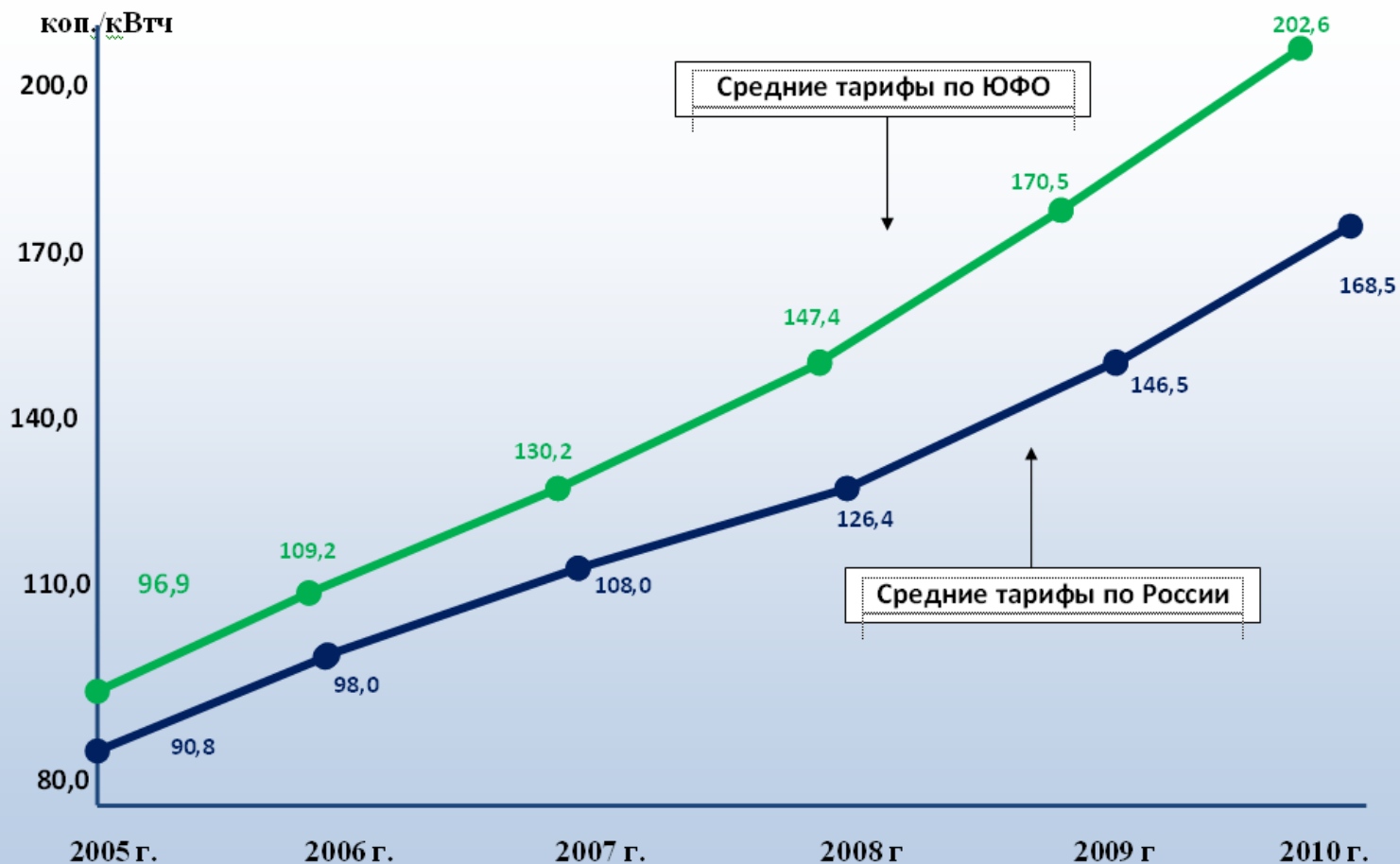


# Рост энергопотребления в регионах Южного и Северо-Кавказского Федеральных округов

Регионы	Электропотребление, млрд. кВт. ч (базовый вариант)				Среднегодовой темп роста, %			
	2006 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
<b>Всего ЮФО и СК ФО</b>	<b>76,5</b>	<b>94,0</b>	<b>111,3</b>	<b>126,0</b>	<b>1,5</b>	<b>5,1</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>
Астраханская область	4,0	4,7	5,6	6,4	1,2	4,0	3,5	3,0
Волгоградская область	19,1	20,5	23,1	26,3	0,9	2,1	2,4	2,6
Чеченская республика	1,6	2,4	3,6	4,9	25,7	10,8	7,8	6,6
Республика Дагестан	4,4	5,3	6,2	7,0	4,5	4,4	2,9	2,6
Кабардино-Балкарская республика	1,4	1,5	1,6	1,7	-2,0	0,5	1,1	1,6
Республика Калмыкия	0,5	0,5	0,5	0,6	-3,6	-0,2	1,1	1,6
Краснодарский край	17,9	24,8	32,4	36,5	2,3	8,0	5,5	2,5
Ростовская область	15,3	21,0	23,2	26,2	1,1	7,5	2,0	2,4
Республика Северная Осетия	2,2	2,3	2,5	2,8	0,8	1,3	1,5	2,1
Карачаево-Черкесская республика	1,2	1,2	1,6	1,7	-0,4	1,0	4,8	1,7
Ставропольский край	8,4	9,2	10,3	11,2	0,3	2,4	2,2	1,8
Республика Ингушетия	0,5	0,6	0,7	0,7	3,0	5,7	3,2	1,9



# Динамика средних цен на электроэнергию, по энергокомпаниям ЮФО и СКФО и в России (с учетом нерегулируемых цен)





## Оценка экономического потенциала для выработки электроэнергии на малых ГЭС в Ставропольского крае

**Перспективными створами для малых ГЭС на водохозяйственном комплексе Ставропольского края являются 5 первоочередных функционирующих гидротехнических сооружений. Показатели суммарной мощности и производства электроэнергии на малых ГЭС предварительно оцениваются соответственно 19,5 МВт и 72 млн. кВт-ч в год.**

**Строительная база в Ставропольском крае для всех из рассмотренных ГЭС достаточно развита, располагается в близлежащих населенных пунктах с подъездами от существующих автодорог к зданию ГЭС.**

**В настоящее время выполнены предварительные водно-энергетические расчеты, выбор основного гидротурбинного оборудования, расчет стоимости ГЭС.**



# Оценка экономического потенциала для выработки электроэнергии на малых ГЭС в Ставропольском крае

**В географическом отношении Ставропольский край занимает предгорную часть Северного Кавказа.**

**Основные гидроэнергетические ресурсы края сосредоточены на искусственной гидрографической сети Кубань-Калаусской и Терско-Кумской ирригационных систем, крупнейших на юге России.**

**Значительные объемы воды, регулярно подаваемые по каналам систем и большие уклоны рельефа создают благоприятные условия для строительства каскадов гидроэлектростанций**

**Всего намечено и рассмотрено 14 створов, строительство и размещение ГЭС на которых возможно.**

**Суммарная мощность этих ГЭС может составить 50-53 МВт, а среднегодовая выработка электроэнергии порядка 462-480 млн. кВт. ч.**

**На пяти ГЭС (установленная мощность 16,8 МВт, годовая выработка 51,8 млн. кВт.ч) возможен круглогодичный режим работы.**





## Показатели перспективных ГЭС в Ставропольском крае

№ п/п	Наименование ГЭС, водоток	Вид строительства	Деривация, длина, м	Напор, м	Среднегодовой расход ГЭС, м <sup>3</sup> /с	Мощность, МВт	Выработка, млн. кВт.ч	Режим работы ГЭС
1.	ГЭС «Просьянский сброс» из БСК-4 в р. Калаус	Новое строительство	1000	80÷100	0,7	3,0	6,0	Май-октябрь
2.	ГЭС на Покойненской плотине, р. Кума	Реконструкция	22,3	4÷5	15,0	1,2	4,7	Круглогодичный
3.	ГЭС на Прикумском (Покойненском) перепаде, р. Кума	Реконструкция	22,3	6,0	20,8	1,6	7,4	Круглогодичный
4.	ГЭС на Кумском сбросе, Терско-Кумский канал	Новое строительство	268	20,45	13,4	5,2	20,4	Апрель-ноябрь
5.	ГЭС на Горько-Балковском сбросе, Терско-Кумский канал	Новое строительство	330	31,62	20,4	10,7	44,0	Апрель-ноябрь
6.	ГЭС на водосбросе из Новотроицкого водохранилища в р. Егорлык	Новое строительство	197	15,25	19,5	2,4	14,2	Сезонный
7.	ГЭС на сбросе из Новотроицкого водохранилища, Право-Егорлыкский канал	Реконструкция	-	5,35	8,75	2,0	3,5	Апрель-октябрь
8.	ГЭС на р. Егорлык	Реконструкция	84,2	6,95	19,5	1,4	8,7	Круглогодичный
9.	ГЭС на Левопадненском сбросе, Терско-Кумский канал	Новое строительство	-	32,0	19,6	6,8	46,7	Апрель-ноябрь
10.	Переброска части стока из БСК в Невинномысский канал	Новое строительство	500	-	26,0	-	210,0 (доп. выработка 4-х ГЭС)	Апрель-ноябрь
11.	Сенгилеевская ГЭС, Невинномысский канал	Реконструкция	-	28,9÷43	20	10,0	55,0	Круглогодичный
12.	ГЭС на р. Малка	Новое строительство	500	40	5,75	1,9	16,6	Круглогодичный
13.	ГЭС «Туркад» на Кума-Маньчском канале	Новое строительство	200	10	40	3,4	17,1	Сезонный
14.	ГЭС на р. Кума ст. Бекешевская	Новое строительство	200	40	2,59	1,0	7,7	Круглогодичный
	<b>Всего:</b>					<b>50,6</b>	<b>462</b>	

## Первоочередные МГЭС в Ставропольском крае

№ п/п	Наименование ГЭС, водоток	Деривация, длина, м	Напор, м	Среднегодовой расход ГЭС, м <sup>3</sup> /с	Мощность, МВт	Выработка, млн. кВт.ч	Режим работы ГЭС
1.	ГЭС на р. Егорлык, перепад №3	84,2	6,25	23-26	1,2-1,4	8,3-8,7	Круглогодичный
2.	ГЭС р. Егорлык, перепад №2	197	10,25	23-26	2,1-2,4	13,6-14,2	Круглогодичный
3.	ГЭС на Покойненской плотине, р. Кума	22,3	4,5	28-30	1,1-1,2	4,65-4,7	Круглогодичный
4.	ГЭС на Прикумском (Покойненском) перепаде, р. Кума	22,3	6,5	32-34	1,5-1,6	7,3-7,4	Круглогодичный
5.	ГЭС на Горько-Балковском сбросе, Терско-Кумский канал	330	31,6	37-40	9,9-10,7	41,7-43,5	Апрель-ноябрь



## Показатели коммерческой эффективности создания первой очереди МГЭС в Ставропольском крае

Объект	NPV, (тыс.руб.)		PI, %		IPR, %	Период окупаемости лет
	оптимальный	умеренный	оптимальный	умеренный		
ГЭС на р. Егорлык, перепад №3	7377	3050,5	1,11	1,047	8,9	11,2
ГЭС р. Егорлык, перепад №2	60165	45851	1,80	1,6	13,3	6,14
ГЭС на Покойненской плотине, р. Кума	9290	2700	1,16	1,05	10,4	9,5
ГЭС на Прикумском (Покойненском) перепаде, р. Кума	15630	8460	1,27	1,15	11,2	8,7
ГЭС на Горько-Балковском сбросе, Терско-Кумский канал	90297	58270	1,39	1,25	11,8	8,0

## Чистый доход бюджета (тыс.руб.) создания I очереди малых ГЭС в Ставропольском крае

ГЭС	НДС	Налог на прибыль	Налог на имущество	Плата за пользование водными ресурсами	Чистый доход бюджета, тыс.руб.
ГЭС на р. Егорлык, перепад №3	2051	1130,2	1880	76,4	5137,6
ГЭС р. Егорлык, перепад №2	3349,8	2836,2	1089	124,7	7399,7
ГЭС на Покойненской плотине, р. Кума	1581,3	1032,8	1206	58,9	3879
ГЭС на Прикумском (Покойненском) перепаде, р. Кума	1926	1397,4	1189	71,7	4584,1
ГЭС на Горько-Балковском сбросе, Терско-Кумский канал	8432,3	6756,4	2714	313,9	18216,6

Как видно из приведенных значений проекты малых ГЭС характеризуются высоким бюджетным эффектом.



## Экономические расчеты общественной эффективности создания ГЭС I очереди в Ставропольском крае

Показатели	ГЭС на р. Егорлык, перепад №3	ГЭС на р. Егорлык, перепад №2	ГЭС на Прикумск ом (Покойнен ском) перепаде	ГЭС на Покойнен ской плотине	ГЭС на Горько- Балковском быстротоке Терско- Кумского канала	Суммарно по пяти первоочер едным ГЭС, всего
Средняя годовая выработка ГЭС, млн. кВт•ч	8,5	13,9	4,7	7,4	42,1	76,6
Замещение органического топлива, тыс. усл. т/год	1,7	2,78	0,94	1,48	8,42	15,32
Стоимость замещенного органического топлива в РФ, тыс.€/год	27,5	44,9	15,2	23,9	136,0	247,5
«Сокращение» выбросов парниковых газов, тыс. т/год	15,1	24,7	8,4	13,2	74,8	127,8
Стоимость предотвращенных выбросов, тыс. €/год	168,4	275,4	93,2	146,6	834,2	1517,8



**Перепад № 2 на р. Егорлык в месте  
предполагаемой малой ГЭС**



# Пойменный ландшафт водных объектов



# Горько-Балковский быстроток, 111 км Терско-Кумского канала





# Схема размещения МГЭС на р. Егорлык

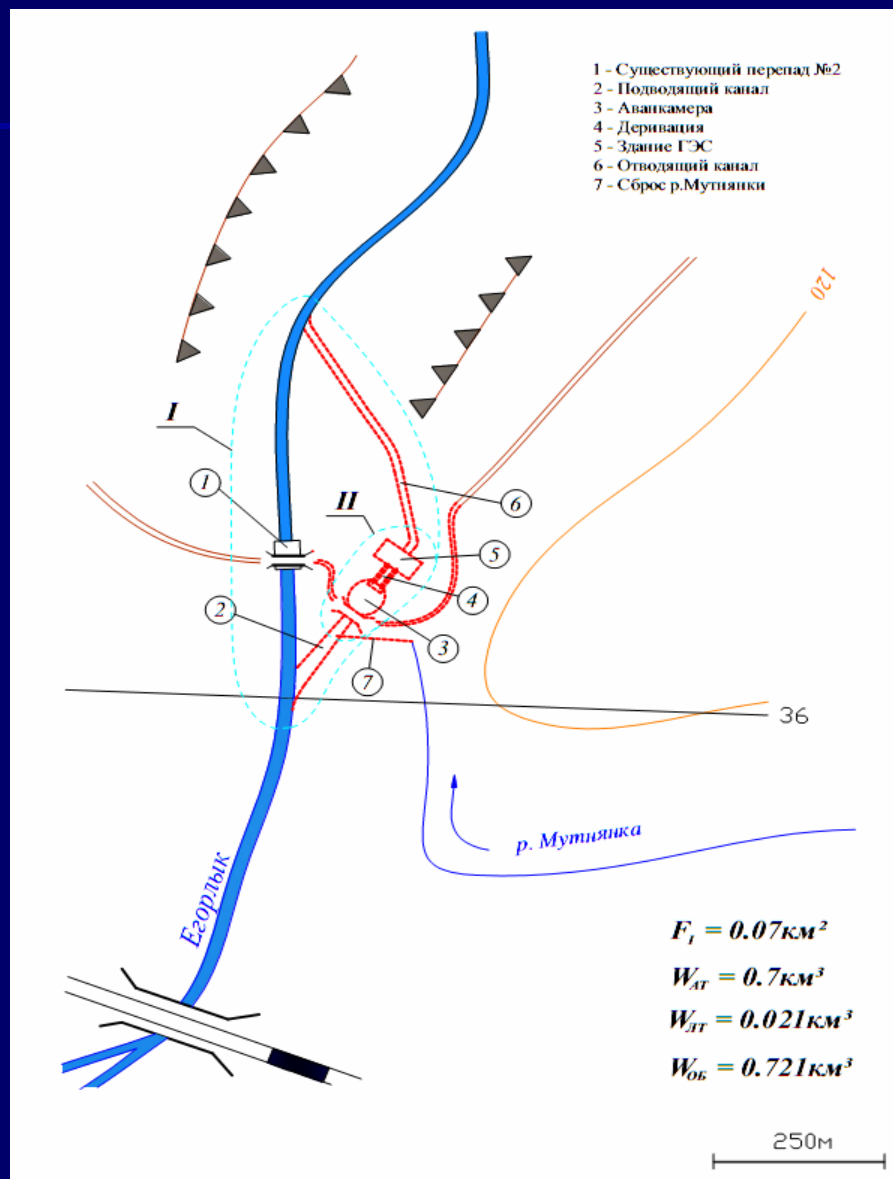


# Плановое расположение перепадов №2 и №3 на р. Егорлык

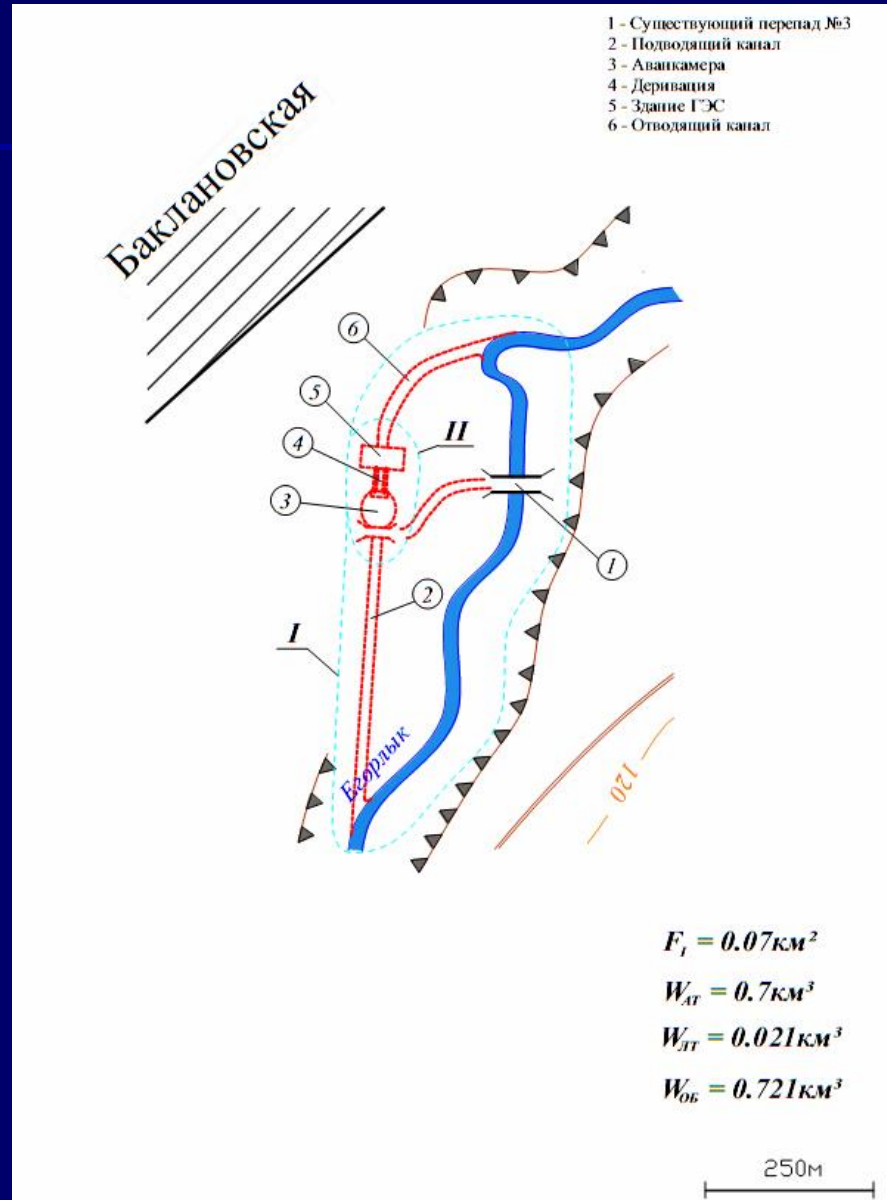




# Схема проектируемых сооружений ГЭС на перепаде №2 на р. Егорлык



# Схема проектируемых сооружений на перепаде №3 на р. Егорлык



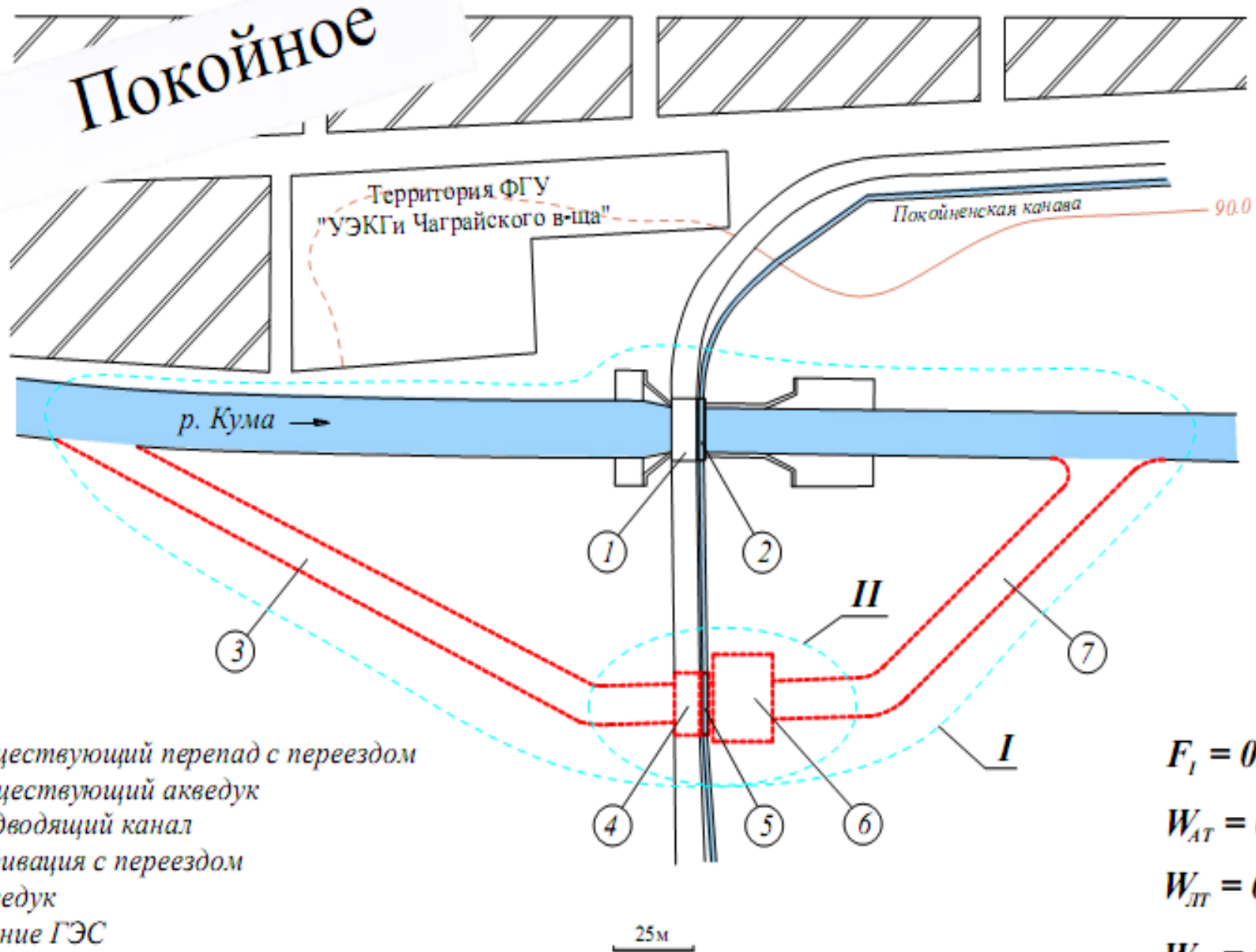


# Схема размещения МГЭС на Покойненских перепадах

Объекты проектирования



# Схема проектируемых сооружений ГЭС на Покойненском перепаде



- 1 - Существующий перепад с переездом
- 2 - Существующий акведук
- 3 - Подводящий канал
- 4 - Деривация с переездом
- 5 - Акведук
- 6 - Здание ГЭС
- 7 - Отводящий канал

$$F_1 = 0.06 \text{ км}^2$$

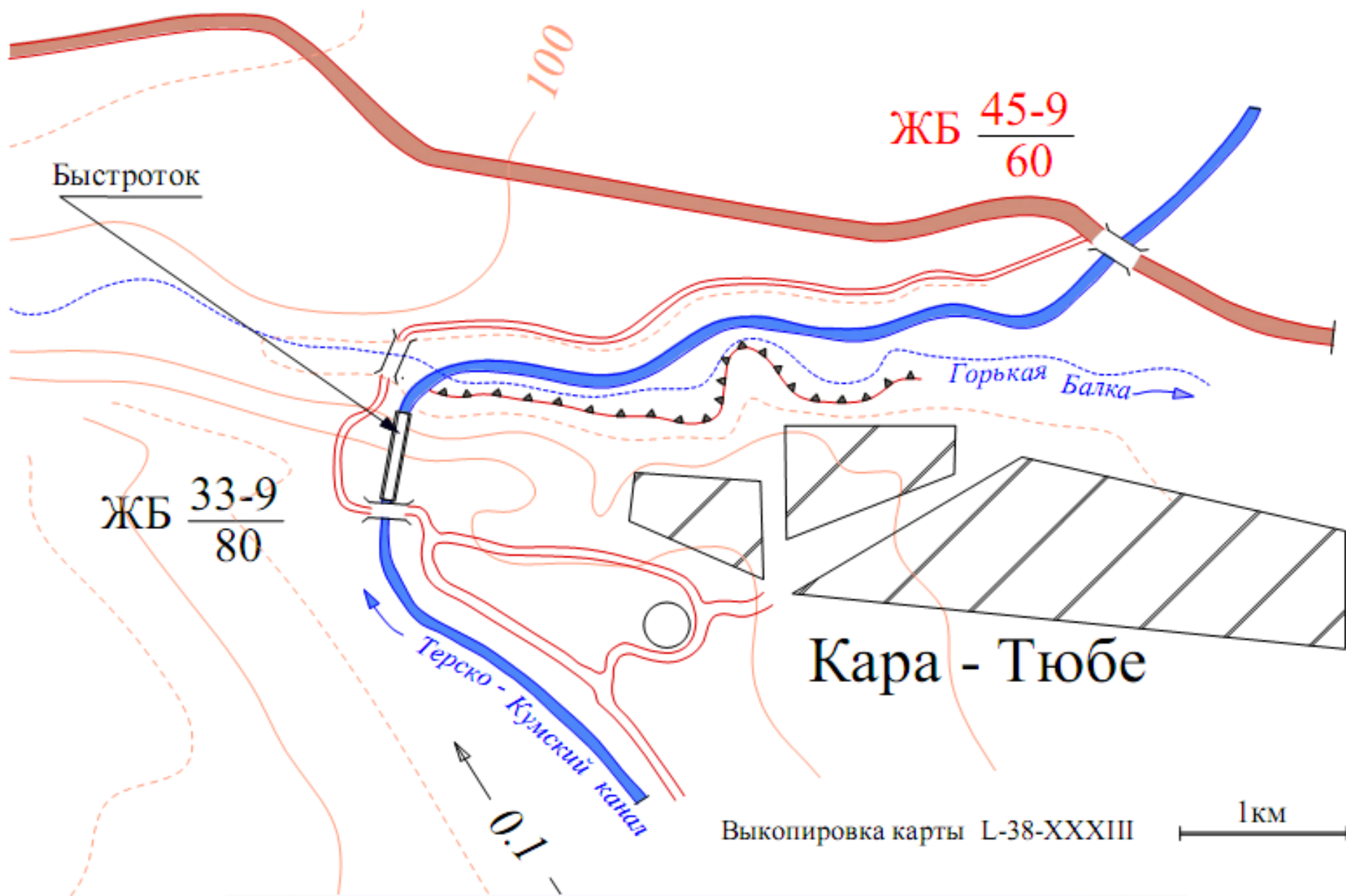
$$W_{AT} = 0.6 \text{ км}^3$$

$$W_{DT} = 0.018 \text{ км}^3$$

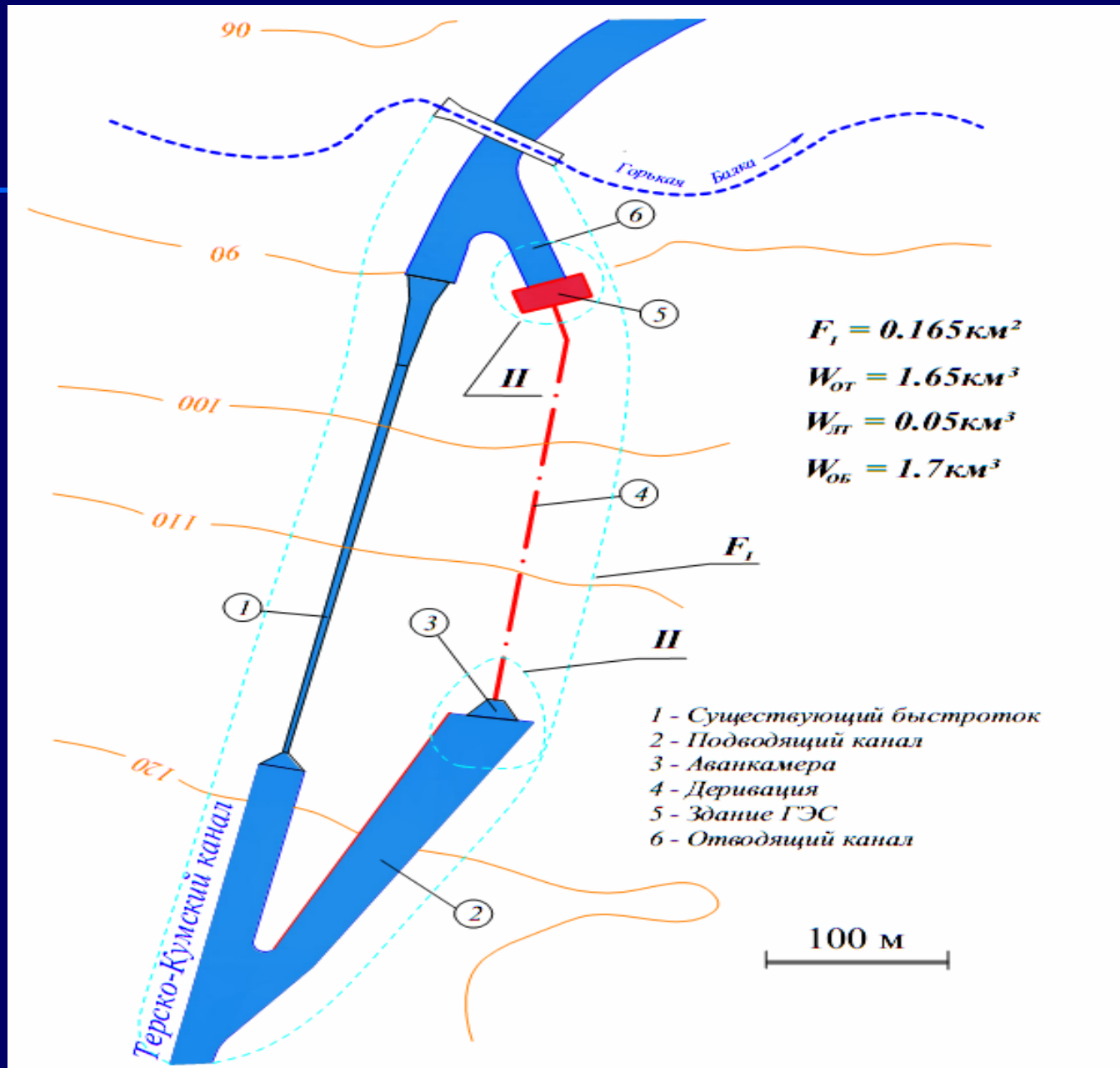
$$W_{OB} = 0.618 \text{ км}^3$$



# Схема размещения МГЭС на 111 км Терско-Кумского канала



# Схема проектируемых сооружений МГЭС на 111 км Терско-Кумского канала





**Перепад № 3 на р. Егорлык в  
месте предполагаемой малой ГЭС**





**Прикумский  
(Покойненский)  
перепад на р. Кума  
в месте  
предполагаемой  
малой ГЭС**





**Нижний бьеф  
Покойненского  
перепрода на р. Кума в  
месте предполагаемой  
малой ГЭС**

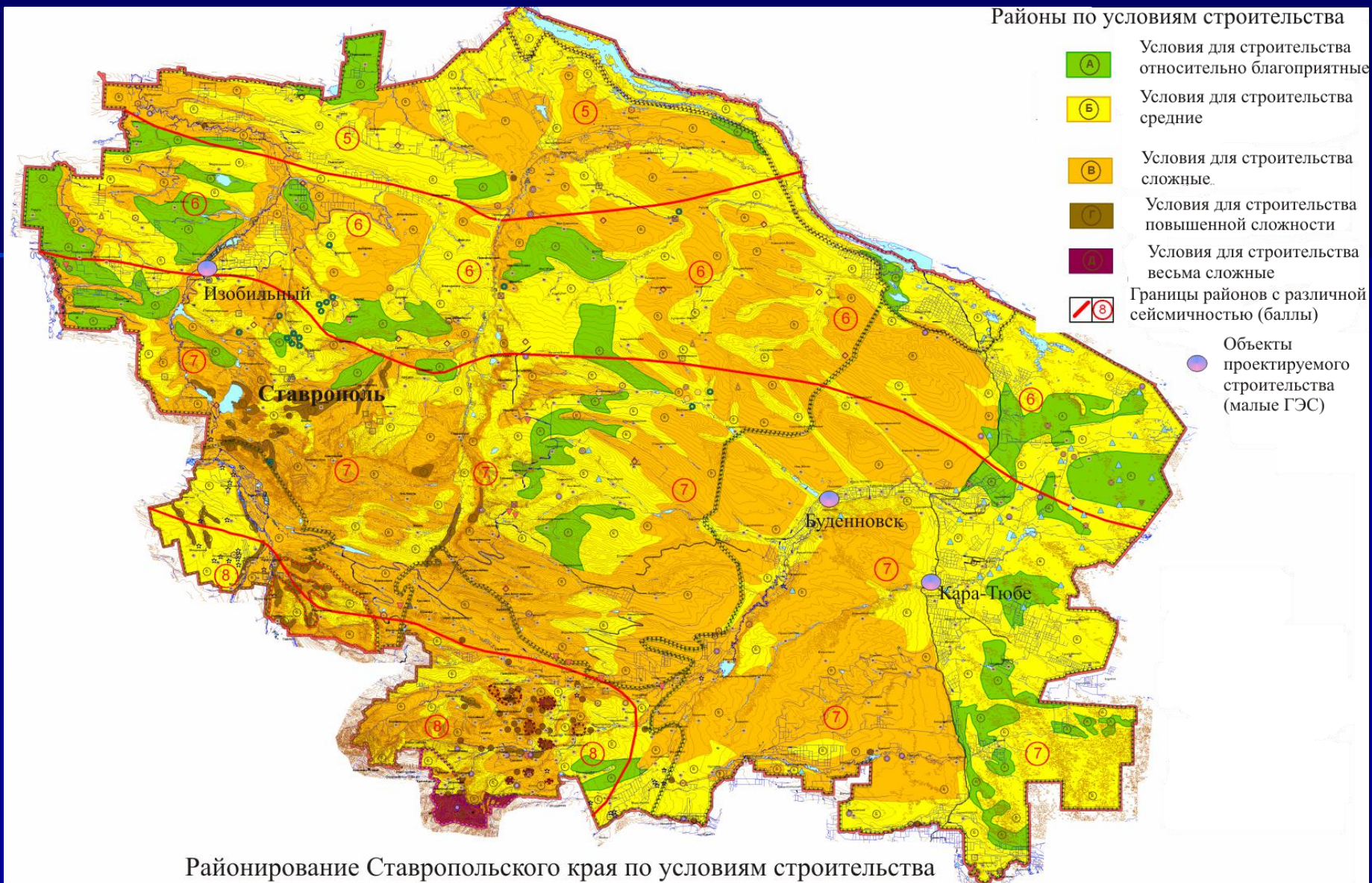




**Горько-Балковский  
быстроток, 111 км  
Терско-Кумского  
канала в месте  
предполагаемой  
малой ГЭС**

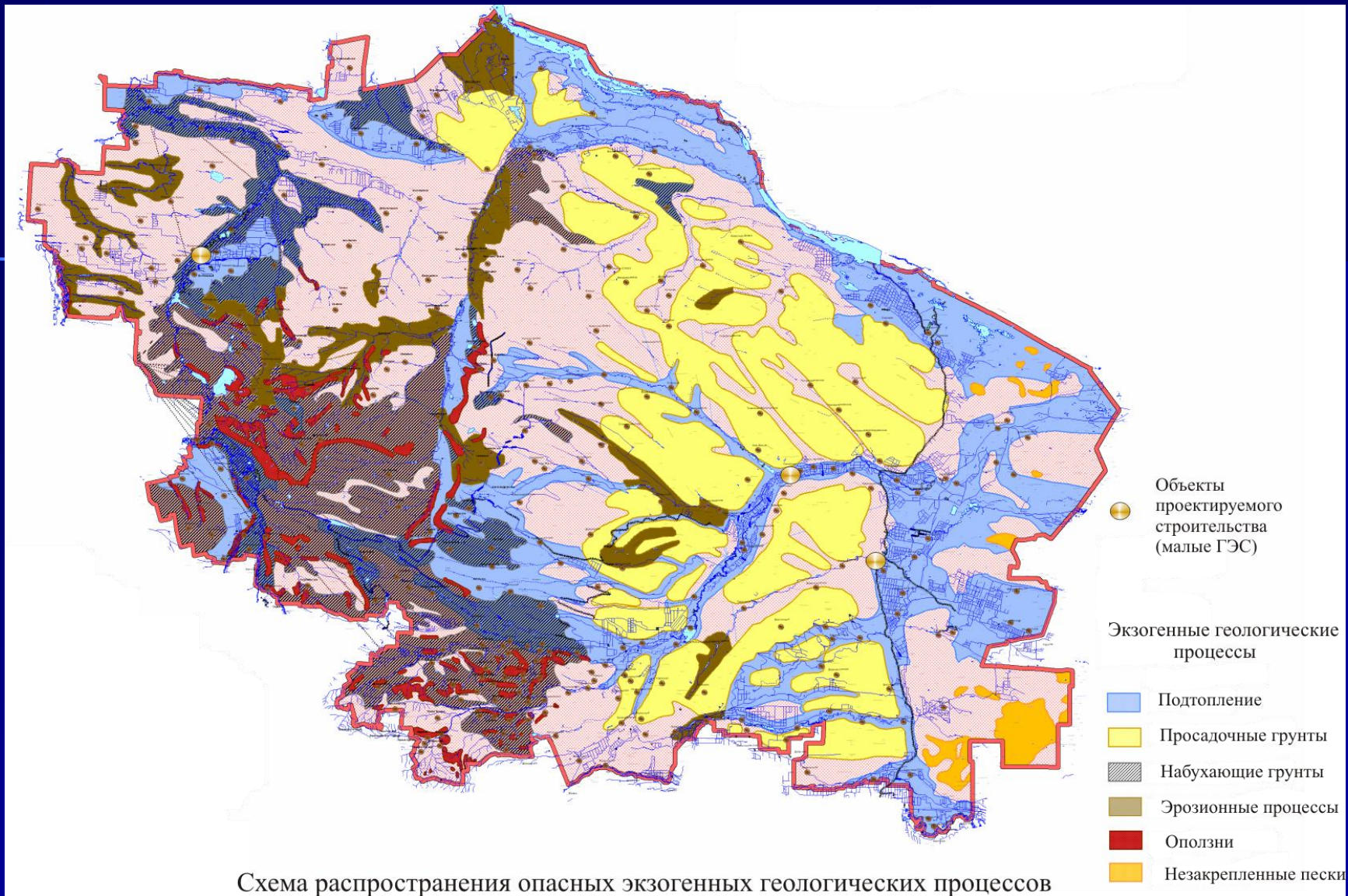






# Районирование Ставропольского края по условиям строительства на территории края





# Схема распространения опасных экзогенных процессов на территории Ставропольского края





Природно-экологический каркас Ставропольского края

# Природно-экологический каркас Ставропольского края



# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- - **ГЭС на р. Егорлык на перепаде №2.** Установленная мощность ГЭС может быть принята 2,1-2,37 мВт, расход ГЭС 23-26 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая выработка энергии 13634-14200 тыс. кВтч, минимальная гарантированная годовая выработка 10914 тыс. кВтч. Работа ГЭС круглогодичная. Период минимальной выработки ноябрь 6,3% от годовой, максимальная - в период май-июль 9,5-9,7%.
- Рассматриваемая ГЭС может быть перспективной. Оперативное управление ГЭС будет базироваться на прогнозировании расходов притока по реке в соответствии с планом работы Новотроицкого водохранилища, осуществляющего попуски в р. Егорлык.
- - **ГЭС на р. Егорлык на перепаде №3.** Установленная мощность ГЭС может быть принята 1,22-1,38 мВт, расход ГЭС 23-26 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая выработка энергии 8332 -8683 тыс. кВтч, минимальная гарантированная годовая выработка 6651 тыс. кВтч. Работа ГЭС круглогодичная. Период минимальной выработки ноябрь 5,9% от годовой, максимальная - в период май-июнь 10,2-10,6%.
- Рассматриваемая ГЭС потребует больше затрат и рассматривается как менее перспективна, чем ГЭС на перепаде №2 в связи с относительно меньшим напором и необходимостью дополнительных затрат на природообустройство в связи с размывом поймы. Однако к положительным моментам ее создания можно отнести следующие факторы: оперативное управление ГЭС будет базироваться на прогнозировании расходов притока по реке в соответствии с планом работы Новотроицкого водохранилища, осуществляющего попуски в р. Егорлык, что обеспечит надежное планирование выработки и реализации.

- - **ГЭС на Прикумском (Покойненском) перепаде №2.** Установленная мощность ГЭС 1,5-1,6 мВт, расход ГЭС 32-34 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая выработка энергии 7315 -7416 тыс. кВтч, минимальная гарантированная годовая выработка 4735 тыс. кВтч. Работа ГЭС круглогодичная. Период минимальной выработки январь-февраль 6,3 – 7,8% от годовой, максимальная - в период май-июнь 9,3 – 9,6%.
- Рассматриваемая ГЭС может рассматриваться как достаточно перспективная, характеризующаяся высокой относительной удельной выработкой энергии, возможностью круглогодичной работы с небольшой изменчивостью суммарной выработки для отдельных месяцев года. Также, к положительным моментам ее создания можно отнести следующие факторы: оперативное управление ГЭС может базироваться на прогнозировании расходов притока по водотоку в соответствии с планом работы Отказнеского водохранилища, осуществляющего попуски в р. Кума, что обеспечит надежное планирование выработки и реализации.
- - **ГЭС на Покойненской плотине.** Установленная мощность ГЭС 1,1-1,15 мВт, расход ГЭС 28-30 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая выработка энергии 4650 - 4705 тыс. кВтч, минимальная гарантированная годовая выработка 2913 тыс. кВтч. Работа ГЭС круглогодичная. Период минимальной выработки январь-февраль 6,3 – 7,8% от годовой, максимальная - в период май-июнь 9,3 – 9,6%
- Для создания рассматриваемой ГЭС потребуются больше удельных затрат, поэтому она менее перспективна, чем рассмотренная ГЭС на Покойненском перепаде №2 из-за относительно малых расходов и напора. К положительным факторам следует отнести возможность круглогодичной выработки с небольшой изменчивостью суммарной отдачи для отдельных месяцев года. Также, к положительным моментам ее создания можно отнести следующие факторы: оперативное управление ГЭС может базироваться на прогнозировании расходов притока по водотоку в соответствии с планом работы магистрального канала и водохранилища, осуществляющего попуски в р. Кума, что обеспечит надежное планирование выработки и реализации.

- - **ГЭС на Горько-Балковском сбросе Терско-Кумского канала.**  
Рекомендуемая установленная мощность ГЭС 9,93-10,74 мВт, расход ГЭС 37-40 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая выработка энергии 41768-43519 тыс. кВтч, минимальная гарантированная годовая выработка 24845 тыс. кВтч. Работа ГЭС сезонная (не менее 5856 часов в году, с расчетной нагрузкой – не менее 4416 часов). Период минимальной выработки апрель и ноябрь 5,6-6,0% от годовой, максимальная - в период июнь-август 15,9-16,6%. В период с декабря по март работа ГЭС не предусматривается.
- Рассматриваемая ГЭС может рассматриваться как достаточно перспективная в связи с достаточным напором (31,6 м) и большими расходами по водотоку, несмотря на сезонный характер работы. Рассматриваемая ГЭС характеризуется самой высокой по сравнению с другими рассмотренными ГЭС относительной удельной выработкой энергии и предельной производительностью при изменении установленной мощности. Также, к положительным моментам ее создания можно отнести следующие факторы: оперативное управление ГЭС может базироваться на прогнозировании расходов притока по водотоку в соответствии с планом работы Терско-Кумского канала, что обеспечит надежное планирование выработки и реализации электроэнергии.



# Характер воздействия строительства МГЭС на участках бассейновых геосистем Ставропольского края на окружающую среду

Производственный процесс	Характер воздействия																		
	На природные условия						На социально-экономические условия							На уровень загрязнения окружающей среды и размещение отходов					
	Рельеф и геологические условия	Климат	Гидрологию	Гидрогеологию	Наземные ландшафты	Водные ландшафты	Здоровье населения	Землепользование, промышленность и сельское хозяйство	Рыбное хозяйство	Потребление энергии	Транспортная инфраструктура	Туризм и рекреация	Культурное наследие	Поверхностных вод	Подземных вод	Донных отложений	Атмосферного воздуха	Почвенного покрова	Размещение отходов
В период строительства	-	0	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0	±	-	-	-	-	-	-
В период эксплуатации ЗГЭС	0	-+	-	-	-	0	0	++	-	++	+	+	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: ++ значительный положительный эффект; + незначительный положительный эффект;

0 эффект не определен;

- незначительный отрицательный эффект; -- значительный отрицательный эффект;



**Благодарю за  
внимание!**

