

УДК 351.813.118

**ИСЕТСКИЙ ПРОЕКТ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ:  
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА****Пилипенко Татьяна Викторовна**<sup>1</sup>, доцент*e-mail:* [t.v.pilipenko@nsawt.ru](mailto:t.v.pilipenko@nsawt.ru)**Черняев Евгений Александрович**<sup>1</sup>, аспирант*e-mail:* [spn73@mail.ru](mailto:spn73@mail.ru)<sup>1</sup> Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

**Аннотация.** В данной статье проведено теоретическое обоснование применения метода моделирования водных путей с учетом особенностей рек восточного и западного склонов Южного Урала. Рассмотрен в историческом разрезе Исетский проект. Проведен анализ гидрологических особенностей рассматриваемого участка и определена стратегия дальнейшего развития решения поставленной задачи.

**Ключевые слова:** гидрологический пост, уровень воды, трансуральский водный путь, исетский проект, соединение водных бассейнов.

**ISET PROJECT IN MODERN CONDITIONS:  
EXPERIMENT PLANNING****Pilipenko Tatyana Viktorovna**<sup>1</sup>, Associate Professor*e-mail:* [t.v.pilipenko@nsawt.ru](mailto:t.v.pilipenko@nsawt.ru)**Chernyaev Evgeniy Aleksandrovich**<sup>1</sup>, Doctoral Student*e-mail:* [spn73@mail.ru](mailto:spn73@mail.ru)<sup>1</sup> Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** This article provides a theoretical justification for the method of modeling waterways, taking into account the peculiarities of the eastern and western slopes of the Southern Urals mountains. The Iset project is considered in retrospect. The analysis of the hydrological features of the site under consideration has been carried out and a strategy for further direction in solving the task that has been determined.

**Keywords:** hydrological post, water level, trans-Ural waterway, Iset project, connection of water basins.

Под Исетским проектом в настоящей работе понимается смелый амбициозный проект канала, который бы соединил Волжско-Камский и Обь-Иртышский водные бассейны. Данный вопрос занимал умы русских ученых-инженеров и промышленников с XVII века. В истории развития данной идеи можно выделить несколько этапов, характеризующихся различными предложениями и подходами для реализации, но все они имели единственную

социально важную цель – создание единого глубоководного воднотранспортного тракта, соединяющего две огромные территории нашей страны от Волги до Енисея. Уровни изученности и глубина подходов на пути решения на каждом историческом этапе, когда инженеры-изыскатели возвращались к вопросу создания трансуральского водного пути, во многом зависели от технических возможностей. Одним из основных лимитирующих факторов являлась сложность поддержания пригодного для судоходства состояния русел ввиду отсутствия систем раннего оповещения для оперативного реагирования на изменения русловых процессов.

В настоящее время, в век цифровых технологий, изучение деформаций и мониторинг возможны в режиме реального времени, поэтому, возможно, пришло время для изучения возможности реализации исетского проекта в современных условиях, что и является целью настоящей работы.

На сегодня накоплен богатейший материал по состоянию русел и особенностям гидродинамики рек как с европейской, так и с сибирской стороны от Уральского хребта [1, 2, 7, 8]. На основании литературных данных было сделано заключение, что главной сложностью на пути реализации стоит именно особенность горных рек, их динамика, характер дна и, в связи с этим, характер наносных процессов.

Если соединение водных бассейнов осуществить по проекту Новицкого О.И. (1797) путем строительства восьмиклометрового канала между устьями рек Исеть и Чусовая, данный водный путь протяженностью почти 2000 км должен был связать Пермь, Екатеринбург и Тобольск. На первоначальном этапе на карту были нанесены метки, соответствующие 13 гидропостам на планируемом водном тракте (рисунок 1).

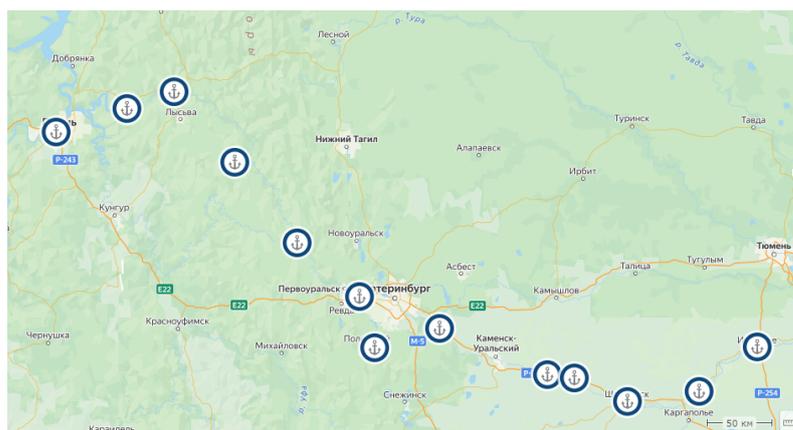


Рисунок 1 – Размещение гидропостов на реках Каме, Чусовой, Решетке, Исети

Таблица 1

**Перечень гидропостов (слева направо см. рис. 1)**

№ п/п	Местоположение	Высота нулевой отметки (по Балтийской шкале), м
река Кама		
1	г. Пермь (мкрн. Заимки)	80,0
река Чусовая		
2	п. Верхнечусовские городки	100,0
3	пгт. Лямино	112,6
4	пгт. Кын	169,7
5	пгт Староуткинск	244,6
6	с. Косой Брод	325,6

река Решетка		
7	с. Новоалексеевское	307,5
река Исеть		
8	с. Колюткино	182,3
9	г. Катайск	86,6
10	г. Далматово	80,8
11	г. Шадринск	72,8
12	с. Мехонское	63,7
13	с. Исетское	58,0

Важным фактом является то, что река Исеть, являясь горной, имеет особую морфологию русла: она относится к широкопойменной с разветвленным руслом, то есть имеет характеристики типичной равнинной реки [4, 5]. Одной из существенных проблем включения данной реки с подобными характеристиками в тракт связана с большой скоростью течения и рисками локального размыва берегов при высокой устойчивости береговых массивов в целом. Более стабильным и надежным участком планируемого тракта является канал реки Чусовой со стабильным руслом, но большим количеством обломков скал, что также затрудняет судоходство и требует серьезных вложений при проведении путевых работ.

Чтобы оценить разность уровней высот, приведенных выше гидропостов, на рисунке 2 продемонстрирована взаимосвязь географической долготы (по оси абсцисс) и высотное расположение нулевой отметки водомерного поста по Балтийской системе высот (по оси ординат).

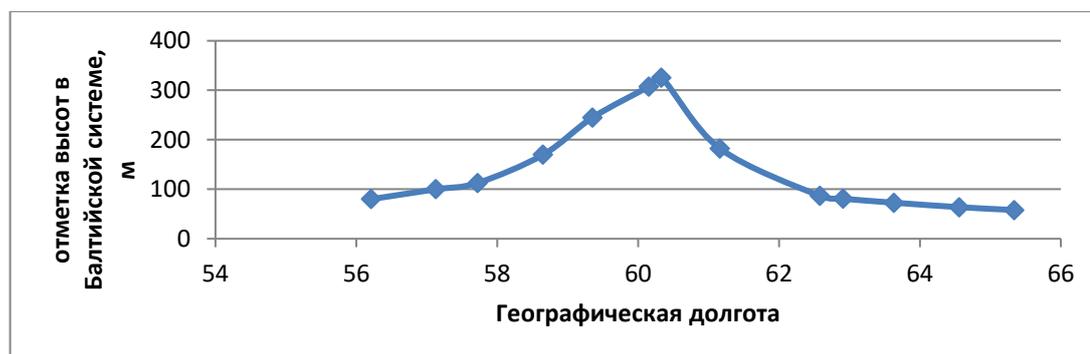
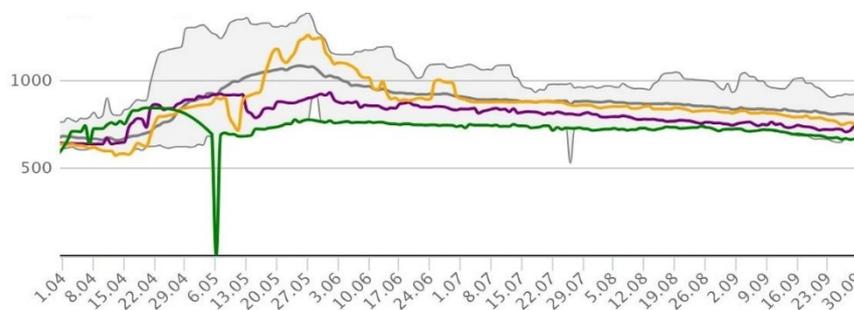
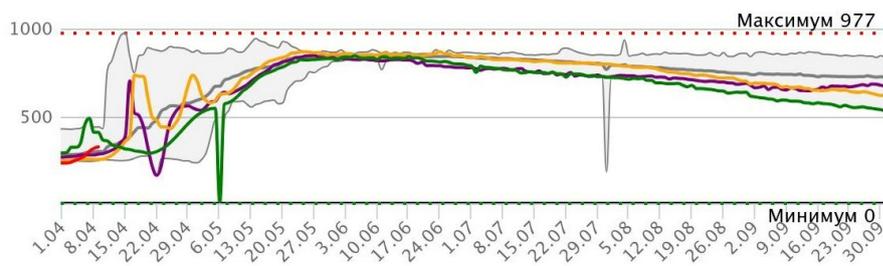


Рисунок 2 – Взаимосвязь отметки водомерных постов и географической долготы

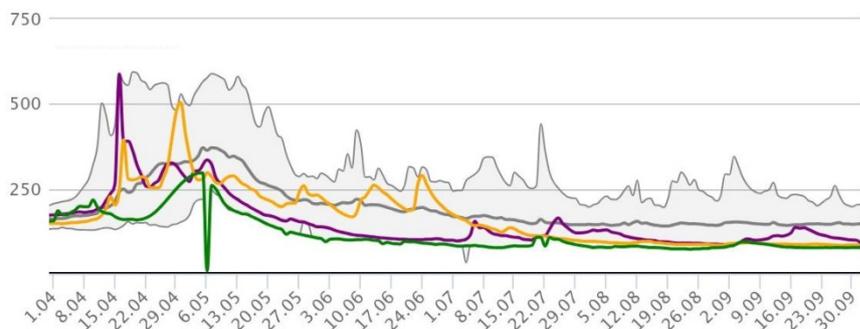
Для изучения режима колебания уровней воды по рассматриваемым гидрологическим постам был выбран ежегодный период с 1 апреля по 30 сентября за последние 4 года. Графики построены с использованием сервиса allrivers.info.



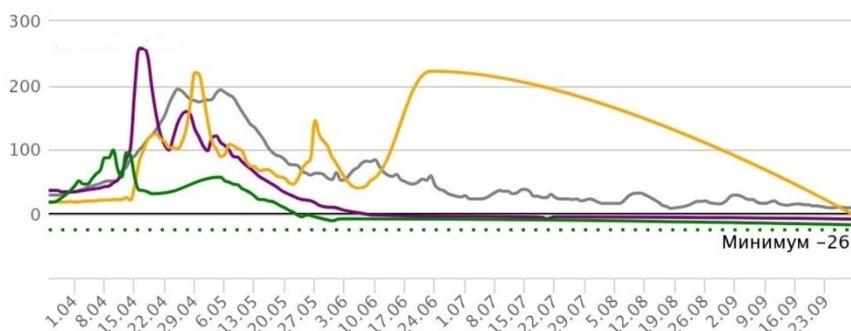
а) река Кама по гидропосту в г. Пермь



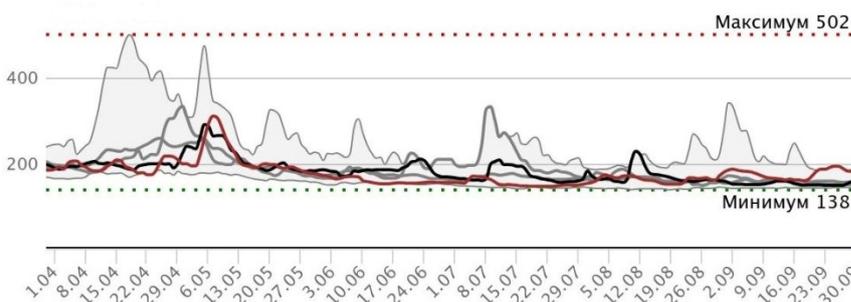
б) река Чусовая по гидропосту в с. Верхнечусовские Городки



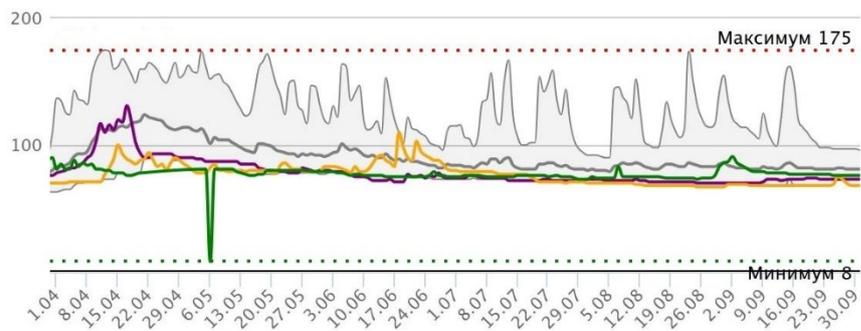
в) река Чусовая по гидропосту в пгт. Лямино



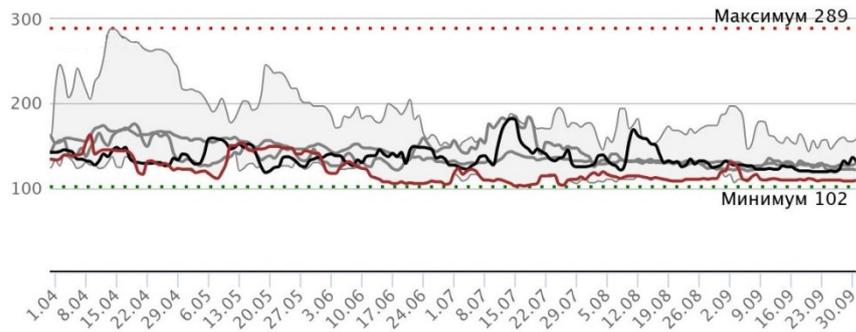
г) река Чусовая по гидропосту в пгт. Кын



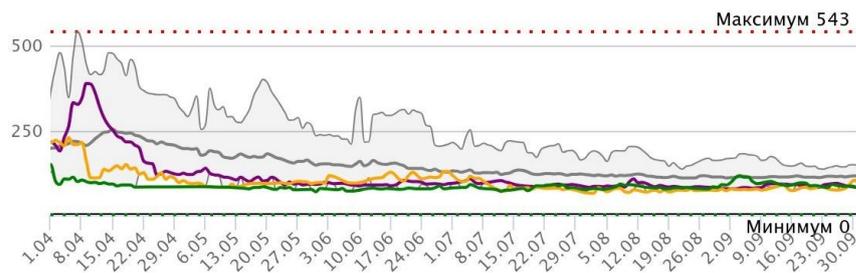
д) река Чусовая по гидропосту в пгт. Староуткинск



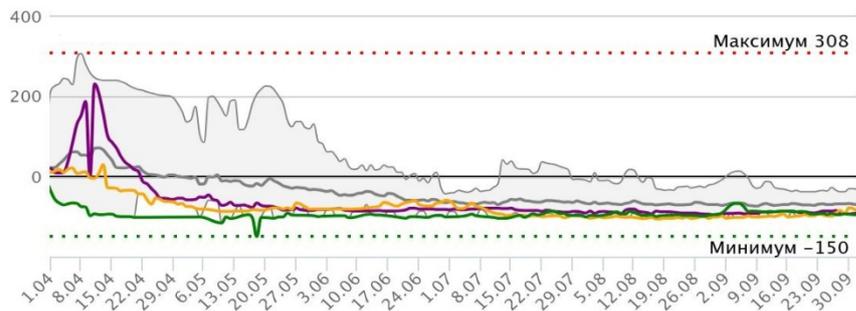
з) река Решетка по гидропосту в с. Новоалексеевское



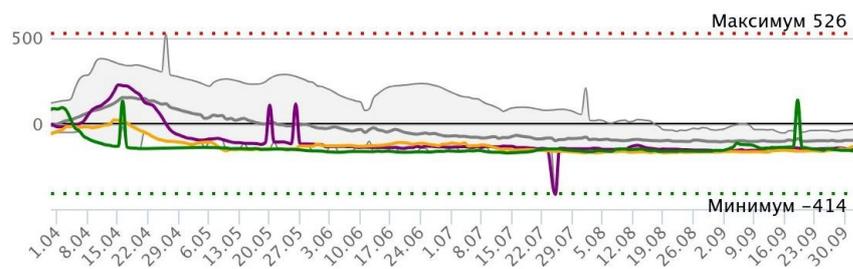
д) река Исеть по гидропосту в с. Колоткино



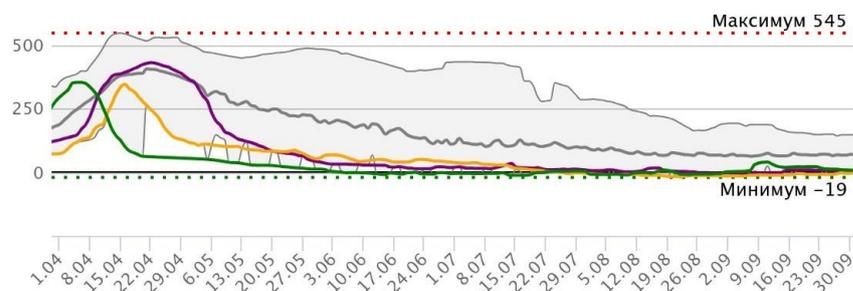
д) река Исеть по гидропосту в г. Катайск



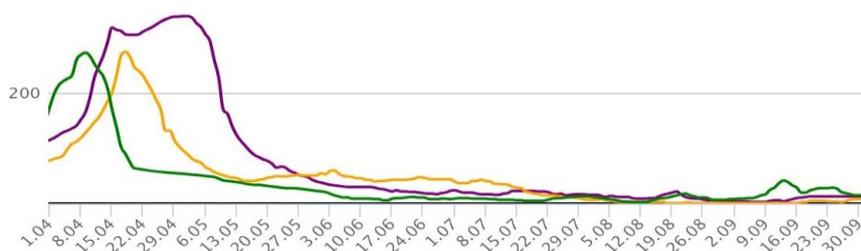
е) река Исеть по гидропосту в г. Далматово



ж) река Исеть по гидропосту в г. Шадринск



з) река Исеть по гидропосту в с. Махонское



з) река Исеть по гидропосту в с. Исетское

Рисунок 3 – Данные уровней рек по гидропостам за навигационный период в 2020 – 2023 годы

На основании исследования графиков многолетних уровней воды и в ходе серии экспериментов предстоит произвести расчет оптимальных локаций подпора течения рек плотинами, организации судоходных шлюзов.

На данном этапе планируется проведение физического эксперимента для определения наиболее целесообразного варианта с технической и экономической стороны. Для построения многофакторного физического эксперимента необходимо обеспечить условия однозначности:

- а) геометрические свойства системы: форма участков русел, шероховатость дна и берегов, расположение и форма сооружений;
- б) граничные условия в верхнем и нижнем створе: распределение скоростей, высота уровня, давление в напорных системах;
- в) физические константы, существенные для изучаемого процесса: плотность, вязкость, характер примесей – наносы, воздух, шуга;
- г) начальное состояние системы: поле скоростей и давлений, положение свободной поверхности.

Моделирование дает достаточно полную качественную картину русловых явлений и позволяет произвести количественную оценку. Задачи в рамках настоящей работ, которые принято решать с применением современных инструментов моделирования, разнообразны, но их можно разделить на две группы:

- 1) исследование местных размывов русла вблизи гидротехнических сооружений;

2) исследование русловых деформаций на большом протяжении вдали от сооружений, где режим определен формой русла и факторами сопротивления.

На основании вышеизложенного, моделирование водного пути, соединяющего Волжско-Камский и Обь-Иртышский водные бассейны носит многоуровневый характер и будет осуществляться на основании методов Лохтина В.М. и Великанова М.А. [3] с применением как натуральных физических моделей, так и цифрового моделирования с применением программного комплекса на основании эмпирических зависимостей, связывающих форму русла с расходом потока, крупностью фракций наносов и уклоном дна.

#### **Список литературы:**

1 Бутаков Г.П. Условия формирования русел и русловые деформации на реках бассейна р. Камы / Г.П. Бутаков, Р.С.Чалов, А.В. Чернов // Эрозионные и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. Вып. 3. С. 138 – 148.

2. Егоркина С.С. Горизонтальные деформации русла и экологический риск/ С.С. Егоркина, Н.Н. Назаров // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Томск: Изд-во Инст. оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 344 – 346.

3. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. – / Под ред. В. С. Кнороза. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Энергия. Ленингр. отд-ние, 1967. – 235 с.

3. Маккавеев Н.И. Русловые процессы / Н.И. Маккавеев, Р.С. Чалов; - М.: Изд-во Моск. ун-та. 1986. 264 с.

4. Назаров Н.Н. Современный экзогенный морфогенез ландшафтов таежного Предуралья и Урала: автореф. дис. ...д-ра геогр. наук. СПб., 1996. 56 с.

5. Петухова Л.Н. Развитие русловых процессов в условиях различных ландшафтов Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2003.С. 123 – 134.

6. Чалов Р.С. Типы русловых процессов и принципы морфодинамической классификации речных русел // Геоморфология. 1996. № 1. С. 25 – 36.

7. Чалов Р.С. Районирование Камского бассейна по факторам и формам проявления русловых процессов на средних и крупных реках/ Р.С. Чалов, А.В. Чернов//Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996. С. 10 – 20.

8. Чалов Р.С., Штанкова Н.Н. Сток наносов, руслоформирующие расходы воды и морфодинамические типы русел рек бассейна Камы / Р.С. Чалов, Н.Н. Штанкова// Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь, 2000. С. 99 – 116.

