



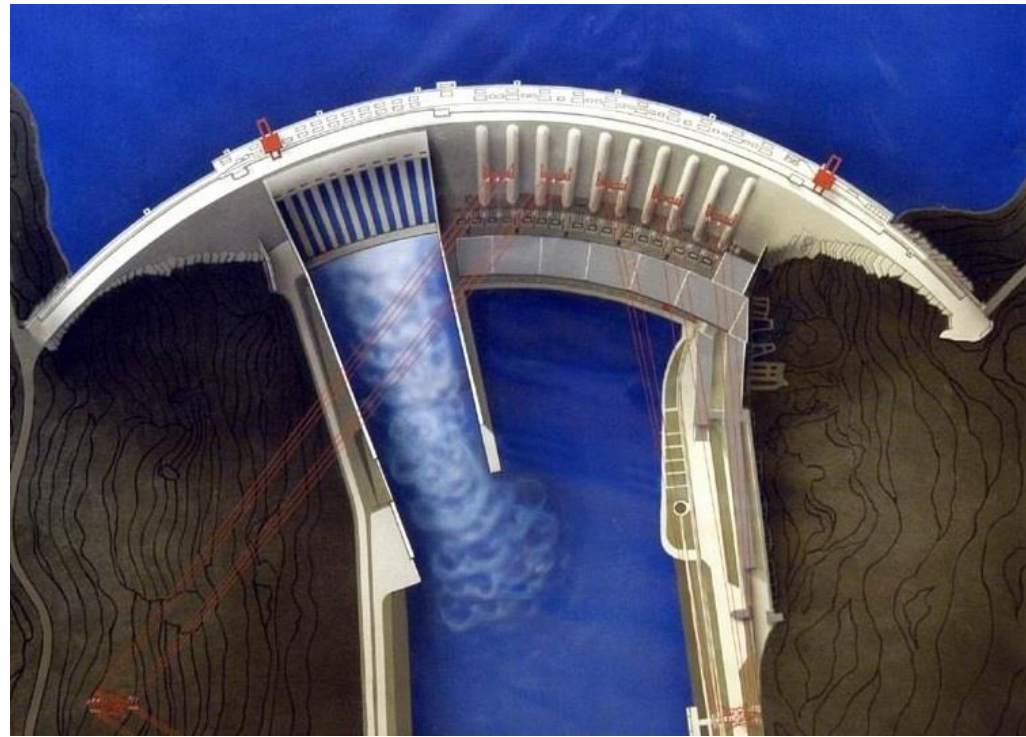
## Идентификация параметров поро-упругой модели основания бетонной плотины

Л.Р. Лапин

Научный руководитель: ассистент кафедры. «Теоретическая механика» С.А. Ле-Захаров.

### Постановка задачи

В сооружениях и различных конструкциях бетон проявляет фильтрационные свойства, которые меняют механические свойства и воздействуют на напряжённо - деформированное состояние.

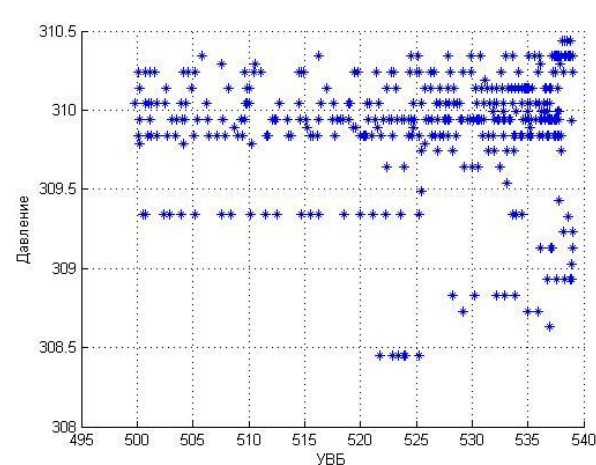
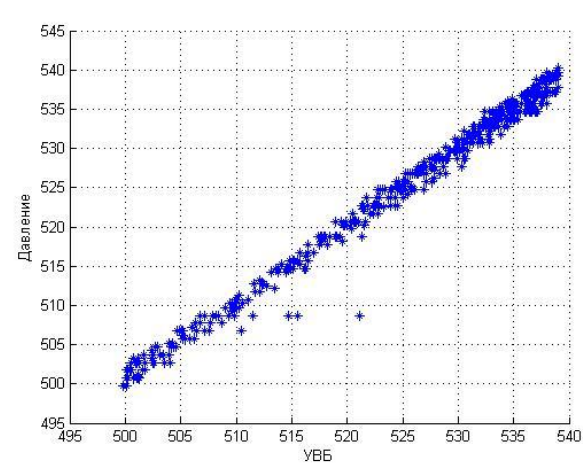


В ходе работы решались следующие задачи:

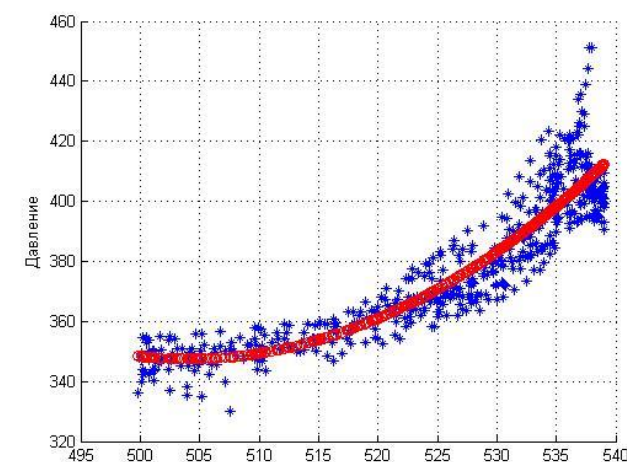
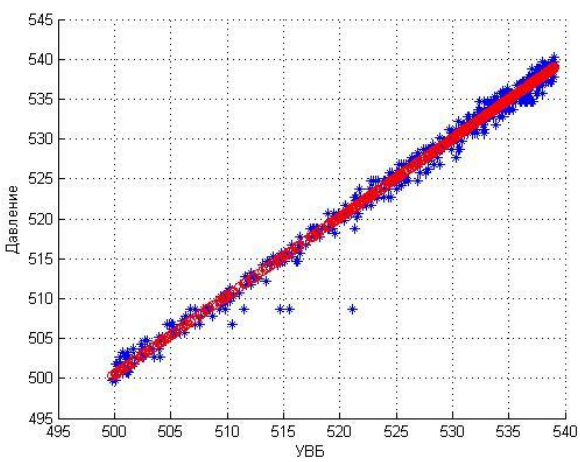
- 1) Обработка натуральных данных с датчиков расположенных в бетонной плотине
- 2) Построение модели секции бетонной плотины с пороупругим материалом
- 3) Сравнение результатов обработки данных и результатов моделирования

### Обработка натуральных данных

Под обработкой натуральных данных в данной работе подразумевалось отсеивание датчиков не прошедших экспертной оценки и построение модели зависимости показаний от внешних воздействий. В ходе обработки использовались методы корреляционного и регрессионного анализа



Пример показаний прошедшего и не прошедшего проверку



Примеры линейной и квадратичной зависимости показаний от внешних воздействий

### Модель секции бетонной плотины

Моделирование бетонной секции проводилась в вычислительном пакете Simulia Abaqus, основанном на методе конечных элементов. На первоначальном этапе исследования не было понятно какие параметры влияют на результат работы. Поэтому задача решалась в трех постановках

- 1) Без учета воздействия жидкости в нижнем водохранилище (УНБ)
- 2) С учета воздействия жидкости в нижнем водохранилище (УНБ)
- 3) И с учетом противофильтрационной завесы

Система используемых уравнений

•Уравнение равновесия

$$\nabla * \sigma = 0 \quad (1)$$

•Вид тензора напряжений

$$\sigma = (1 - m) * \sigma^* - m(sp_{ж} + (1 - s)p_r) E \quad (2.1)$$

$$\sigma = (1 - m) * \sigma^* - m * p_{ж} E \quad (2.2)$$

Уравнение Дарси

$$\vec{w} = -k_s grad(p) \quad (3)$$

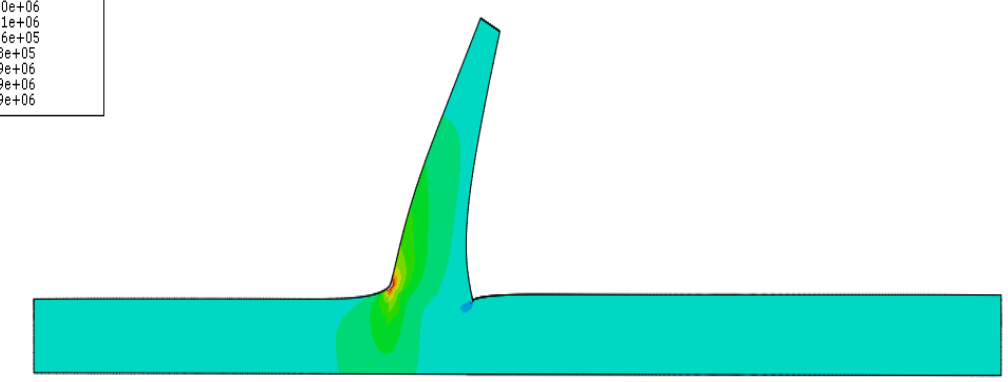
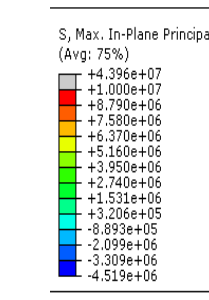
•Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial(\rho m)}{\partial t} + div(\rho w) = 0 \quad (4)$$

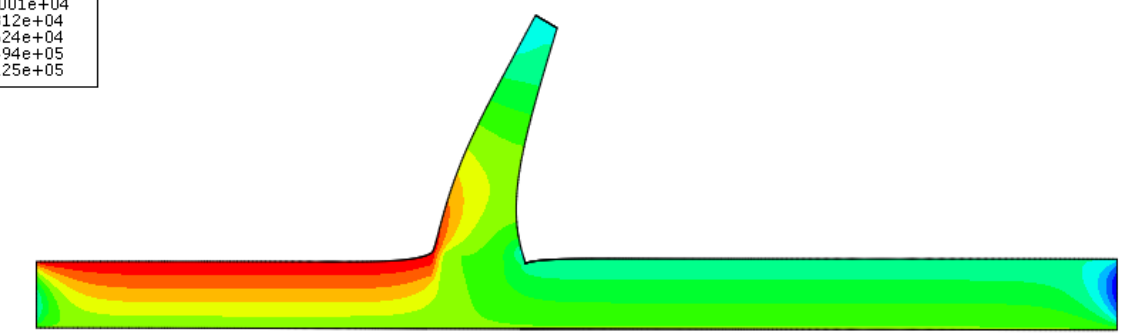
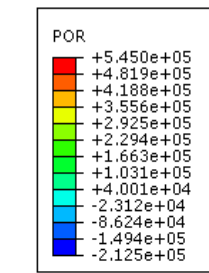
где  $m = \frac{V_{дыр}}{V_{общ}}$  - пористость

а  $s = \frac{V_{ж}}{V_{дыр}}$  -насыщенность среды

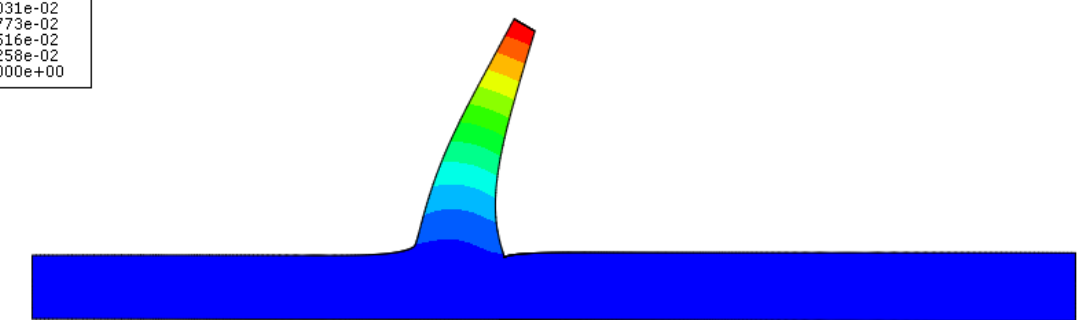
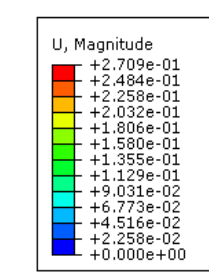
### Результаты моделирования



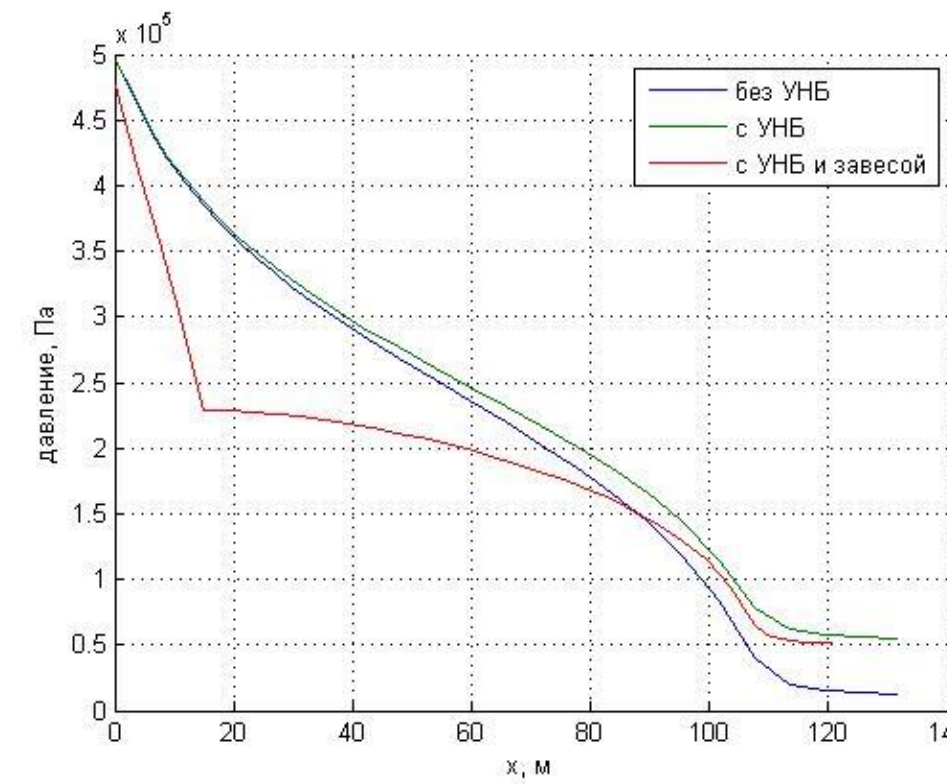
Поле напряжений для постановки с учетом УНБ и противофильтрационной завесы



Поле пьезометрического для постановки с учетом УНБ и противофильтрационной завесы

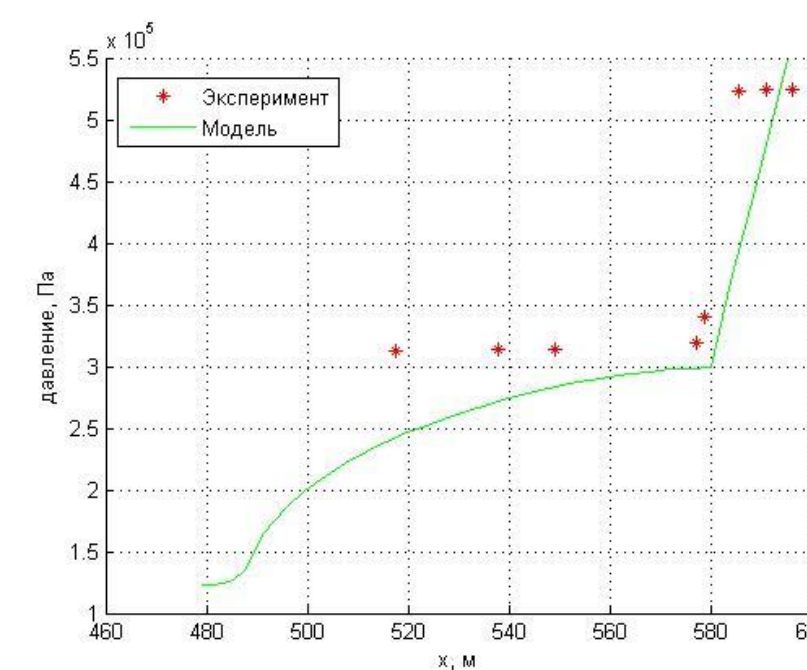


Поле перемещений для постановки с учетом УНБ и противофильтрационной завесы



Эпюры пьезометрических давлений для трех постановок для глубины 1 метр от поверхности

### Сравнение результатов моделирования с показаниями датчиков 33 секции



Проводилось сравнение результатов модели с реальными показаниями датчиков 33 секции. Наблюдалось качественное и количественное совпадение в близ противофильтрационной завесы.

Эпюры поровых давлений для модели и натуральных данных

### Результаты и выводы работы:

В ходе работы были получены следующие результаты:

1. Обработаны показания датчиков в плотине. Предложена и реализована схема отбрасывания датчиков, показывающих данные не удовлетворяющие экспертной оценке. Для показаний оставшихся датчиков построены модели зависимостей порового давления от уровня УВБ.
2. Реализована модель секции бетонной плотины с использованием пороупругого материала в вычислительном пакете SIMULIA ABAQUS. Проведено моделирование для различных постановок задачи. Проведено сравнение результатов для каждой из постановки. Исследована зависимость порового давления от УВБ.
3. Проведено сравнение натурным данным по 33 секции бетонной плотины с реализованной моделью. По результатам можно заключить, о качественном и количественном совпадении модели с секцией реальной бетонной плотиной вблизи противофильтрационной завесы. И как следствии о возможности применения данной модели для расчетов.

Дальнейшим направлением развития проекта будет оценка модели по другим критериям: показаниям расходомерам, наклономеров, деформометров, более точное описание материала бетона, исследование поведения модели при землетрясениях.