

Семинар по аэромеханике ЦАГИ – ИТПМ СО РАН – СПбПУ-НИИМ МГУ
**АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РУСЛОВОЙ МЕХАНИКИ
РАВНИННЫХ РЕК**

Петров Александр Георгиевич

(Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва),

Потапов Игорь Иванович (ВЦ ДВО РАН)

potapov2i@gmail.com

Разработаны новые аналитические математические модели русловых процессов, для равнинных рек с несвязным основанием.

1. Сформулирована краевая задача движения двухфазной смеси жидкости и твердых частиц в придонном активном слое для донной поверхности, имеющей конечные уклоны. В результате решения краевой задачи для двухфазной смеси жидкости и твердых частиц в придонном активном слое получена общая формула удельного массового расхода наносов, которая не содержит в себе феноменологических параметров.

2. Показано, что при описании активного слоя моделью Кулона-Прандтля параметр концентрации донных наносов является зависимым параметром и допускает исключение. Определены ограничения, накладываемые на реологическую модель смеси, при которых из модели можно исключить концентрацию частиц в активном слое смеси.

3. В рамках предложенной реологической модели получено уравнение русловых деформаций для несвязного дна, коэффициенты которого являются известными функциями физико-механических и гранулометрических свойств донного материала.

4. Впервые получено плановое уравнение русловых деформаций, определяющее эволюцию песчаной донной поверхности, для рек с произвольной гидрологией, не содержащее в себе феноменологических параметров. Все коэффициенты уравнения выражены через физико-механические параметры донного материала.

5. Сформулированы краевые задачи устойчивости песчаного дна канала прямоугольной формы относительно одномерных и двумерных по пространству возмущений, не содержащие в себе феноменологических параметров.

6. Проведено важное обобщение известной формулы расхода влекомых наносов, связанное с учетом влияния возмущений свободной поверхности речного потока на транспорт влекомых наносов.

7. Впервые для одномерной модели без привлечения дополнительных гипотез получены аналитические решения, позволяющие определить области формирования и смыва донных форм для различных физико-механических характеристик донных материалов, определить области распространения волн на донной поверхности вниз по потоку (дюны) или против потока (антидюны) в зависимости от значения числа Фруда и волнового числа.

8. Получены асимптотические зависимости для фактически реализующихся длин донных волн, определяемых гидродинамическими и физико-механическими параметрами задачи. Показано, что имеет место хорошее количественное согласование полученного решения с известными экспериментальными данными.

9. Определены аналитические формулы для скорости движения донных возмущений при малых числах Фруда, обобщающие ряд известных эмпирических

формулы: формулы Пушкарева, Сنيщенко-Копалиани, формулу ГГИ и некоторые другие.

10. Впервые для малых чисел Фруда построено аналитическое решение об эволюции единичного донного возмущения, из которого получен простой критерий устойчивости донных форм. сопротивления для речного потока, обтекающего уединенную донную волну. Решение получено для безотрывного режима обтекания донного возмущения, определены условия возникновения отрыва потока.

11. Получено аналитическое решение задачи гидравлического турбулентного потока над периодическим дном малой амплитуды и крутизны донных волн, определено распределение придонных касательных напряжений и длина возникающей зоны рециркуляции.

12. С использованием метода конечных элементов выполнены расчеты гидродинамических и русловых параметров реки Амур в окрестности г. Хабаровска. Получены поля скоростей и донных изменений за характерный паводковый период и меженный период. Выполнено сравнение полученного решения с натурными данными.