

Основные результаты работ по государственному контракту №П139

1. Проведена серия экспериментов по масштабному лабораторному моделированию гидродинамических процессов вблизи типичных сбросовых систем сточных вод. Исследована возможность генерации внутренних волн всплывающими струями на основании данных подводной видеосъемки струи в области термоклина. Показано, что турбулентная плавучая осесимметричная струя в этой области совершает квазипериодические колебания. Выполнено сравнение спектров внутренних волн со спектрами колебаний струи, полученными в результате обработки данных подводной видеосъемки. Показано, что колебания струи эффективно генерируют внутренние волны, при этом их источником является осесимметричная мода колебаний струи. Исследована устойчивость осесимметричной моды расходящегося струйного течения с автотомельными профилями скорости, и показано, что непараллельность течения приводит к неустойчивости осесимметричной моды. Оценки частот колебаний осесимметричной моды для параметров, соответствующих условиям эксперимента, согласуются с частотой пика в спектрах внутренних волн. Исследованы свойства поля внутренних волн вблизи подводных сбросовых систем. Показано, что в экспериментах наблюдается бимодальный режим возбуждения внутренних волн. На основании данных модового анализа исследованы поверхностные проявления внутренних волн.

2. Разработано программное обеспечение для работы с данными видеосъемки и векторными полями скорости, получаемыми методом оптической цифровой анемометрии PIV (Particle Image Velocimetry). Основные функции: определение среднего значения интенсивности изображения в заданной пользователем области; осреднение векторных полей скоростей по заданному пользователем временному или пространственному интервалу; визуализация мгновенных и осредненных векторных полей скорости, возможность записи в файл профилей скорости из любого продольного или поперечного сечения струи. Программа использовалась при определении частоты колебаний струи в области термоклина, исследования профилей средних продольной и поперечной скоростей и типа моды колебаний струи, генерирующей внутренние волны.

3. Проведено моделирование ветрового потока над поверхностными волнами различных амплитуд для изучения особенностей взаимодействия ветра и волнения при различных скоростях ветра. Показано, что профили скорости ветра над волнами имеют логарифмический участок на некотором расстоянии от поверхности, характеризующемся толщиной волнового пограничного слоя, а вблизи поверхности отклонение зависимости

от логарифмической связано с наличием потока импульса от ветра к волнам (волны приводят к эффективному увеличению шероховатости поверхности). Исследованы статистические свойства воздушного потока над волнами различных амплитуд. Рассчитаны зависимости аэродинамического коэффициента сопротивления поверхности от амплитуды волн и крутизны. Показано, что коэффициент сопротивления уменьшается для обрушающихся волн. Проведено сравнение результатов измерений с расчетами согласно теоретической модели турбулентного пограничного слоя над волнами. Расчеты, проведенные в рамках квазилинейной модели турбулентного ветра над взволнованной водной поверхностью, находятся в хорошем согласии с экспериментально измеренными и осредненными величинами скоростей, турбулентных напряжений, а также амплитуд и фаз компонент скорости, индуцированных волной.