**ОТЗЫВ научного руководителя**

**на выпускную квалификационную работу обучающегося в аспирантуре СПбГУ**

**Лачугина Даниила Владимировича**

**по теме Математические модели исследования балок с учетом эффекта SD материала**

В выпускной квалификационной работе аспиранта построена математическая модель упругопластического изгиба вертикальной балки прямоугольного поперечного сечения, находящейся под действием сосредоточенной следящей нагрузки на свободном конце. Материал балки предполагается пластически анизотропным, обладающим эффектом SD, что означает различие пределов текучести при одноосном растяжении и сжатии. Задача основана на исследованиях реальных балочных конструкций буровой установки морского базирования. Предполагается эксплуатация конструкции в экстремальных условиях нагрузок и пониженных температур внешней среды, поэтому предлагается модель холодной пластичности для описания всех явлений нелинейного характера.

На основе построенной модели решены две задачи изгиба при учете собственного веса балки и без учета собственного веса. Основываясь на классической теории изгиба балок и теории идеальной пластичности, задача без учета веса решается аналитически, при учете веса сделаны математические оценки. Для всех случаев получены дифференциальные уравнения для нахождения кривизны балки, некоторые из них могут быть проинтегрированы аналитически. В результате интегрирования получено точное решение для прогиба вертикальной консоли и проведен расчет для материала с эффектом SD (сталь A 40X). Проведено исследование нарушения симметрии в развитии пластичности как следствия воздействия эффекта SD и сделаны численные оценки отклонения нейтральной оси балки от геометрической средней.

Выпускная квалификационная работа имеет четкую структуру: введение, пять разделов, разбитых на параграфы, заключение, список современных научных источников. Задача упругопластического изгиба вертикальной консоли без учета веса решена полностью и доведена до конкретного числового примера. Численное решение дифференциального уравнения для кривизны балки при учете веса вызвало большие трудности и было решено с помощью метода Эри для упругого случая.

Работа изложена грамотным математическим языком, выводы формул логически обоснованы и понятны, приведенные таблицы и рисунки правильно отражают результаты расчетов. По результатам работы опубликовано 4 научные статьи в журналах РИНЦ, 1 статья в журнале из списка ВАК, сделано 3 доклада на международных конференциях.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. Решение задачи изгиба вертикальной балки с учетом веса проведено только для упругого случая. Исследование упругопластического случая не закончено.
2. Следовало бы сопоставить аналитические решения с численными, например, с помощью МКЭ на платформе COMSOL и провести анализ и сравнение результатов.

Выпускная квалификационная работа заслуживает оценки «отлично», результаты исследования при доработке и завершении могут быть рекомендованы к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

«\_\_04\_\_»\_\_\_06\_\_\_ 2021 г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_ Г.В. Павилайнен

*Подпись ФИО*