











Рис. 2. Результаты численного моделирования (а - угол отклонения груза от вертикали, б - пройденный путь тележки)

## 5. Заключение

При синтезе закона управления методом АКАР была определена макропеременная, переводящая модель объекта тележка-маятник в инвариантное многообразие. Результатом такого перехода является возможность реализации нелинейного регулятора. Численное моделирование показало, что с помощью предлагаемого закона управления возможно улучшить качество регулирования по сравнению с законом управления, полученным вторым методом Ляпунова.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России ВУЗам по проекту FSME-2023-0014 по теме "Адаптивное управление подъемно-транспортными механизмами в условиях наличия неопределенности и возмущающих воздействий".

## Список литературы

1. Воевода А.А., Шоба Е.В. О модели перевернутого маятника // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. 2012. № 1 (67). С. 3–14.
2. Антипов А.С., Краснова С.А. Методы демпфирования колебаний груза и робастного управления ходовой тележкой мостового крана с учетом динамики электропривода // Мехатроника, автоматизация, управление. 2023. № 24(8). С. 412–420.
3. Круглов С.П., Аксаментов Д.Н. Адаптивное управление мостовым краном по скорости перемещения тележки // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2022. №. 1. С. 86–92.
4. Колесников А.А. Метод синергетического синтеза системы управления колебаниями «Перевернутого маятника на подвижной тележке» // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 6. С. 110–117.
5. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат, 1994. 228 с.
6. Petrov V. , Glushchenko A. , Vorobyev V., Lastochkin K. Nonlinear Control Law Design for Overhead Crane to Supress Load Oscillations // 2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). Lipetsk, Russian Federation, 2023. P. 110–114.