

УДК 681.723.78

**РАЗВИТИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТАТИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРМАННОГО
МИКРОСКОПА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ**

Кенунен А.О., Забродский В.В. (лицей ФТШ),

Федоза Д.Д. (СОШ "СВЕРДЛОВСКИЙ ЦО")

Научный руководитель – бакалавр Федотов А.Д. (Университет ИТМО)

Введение. В контексте современных вызовов в образовании, в частности в области биологии, становится очевидной потребность в доступных и простых в использовании микроскопах. Эти инструменты становятся востребованными для проведения лабораторных работ, не только в учебных заведениях, но и в домашних условиях, особенно в случае дистанционного обучения. Для эффективного освоения базовых знаний студентам и учащимся необходимо проводить лабораторные работы по биологии, связанные с изучением микроструктур тканей и веществ. Существует множество отличий в конструкциях микроскопов, включая количество линз, размеры, материалы и другие параметры. Эти различия приводят к получению определенных характеристик, которые могут быть применены в зависимости от конкретных задач. Высокая стоимость профессиональных микроскопов зачастую побуждает предпочесть портативные устройства, однако такие устройства не отличаются качеством и долговечностью.

На рынке учебно-лабораторного оборудования в Российской Федерации пока отсутствует устройство, которое объединяло бы в себе эффективность в решении учебных задач, компактность, долговечность и доступность. В ходе исследования был выявлен перспективный вариант — Foldscope [1,2,3]. Однако, трудности в использовании этого микроскопа с телефоном, ограниченная подвижность деталей и недолговечность представляют существенные проблемы. В данном контексте наш проект ставит перед собой задачу разработки портативного микроскопа с улучшенными характеристиками, который также будет прост в использовании, с целью стимулировать интерес к обучению в области биологии.

Основная часть. После проведения анализа литературы и постановки основных задач, были выделены ключевые этапы разработки портативного микроскопа. В первую очередь была решена задача выбора линзы для оптической системы. Для предлагаемой конфигурации самым оптимальным вариантом является использование одиночной шаровой линзы.

После конкретизации типа линзы, основной задачей стала разработка оптической системы микроскопа в целом. В ее состав входит шаровая линза, предметное стекло и источник света. Ход лучей света был подробно описан путем использования программного обеспечения Zemax OpticsStudio (Ansys Optics) для численного моделирования подобных систем. Создана численная модель системы, с помощью которой установлена взаимосвязь между следующими характеристиками: радиусом линзы, маркой стекла, фокусным расстоянием, увеличением, размером области зрения. Была выбрана линза, дающее наилучшее сочетание характеристик – шаровая линза из стекла марки N-BK7 с радиусом 2.5мм. Для нее увеличение получилось 392, фокусное расстояние – 3.28мм, диаметр области зрения – 0.534мм. Стоит отметить, что результаты численного моделирования соотносятся с аналитическим расчетом, проведенным на основании формул из рассмотренных статей.

Следующей задачей являлось проектирование корпуса микроскопа. Корпус микроскопа предполагается разборным и состоит из следующих деталей – картридж с шаровой линзой, деталь в форме буквы "П" и пластина с предметным стеклом – их взаимное движение должно обеспечивать возможность рассматривать разные области предметного стекла с образцом. Было принято решение использовать конструкции в виде рельсов. Первые рельсы

расположены на детали в форме буквы “П” так, чтобы картридж с линзой мог перемещаться по вертикали, обеспечивая движение вдоль оси Y выбранной системы координат. Вторые рельсы расположены на пластине с предметным стеклом, чтобы деталь в форме буквы “П”, с закрепленным на ней картриджем, могла перемещаться по горизонтали, обеспечивая движение вдоль оси X выбранной системы координат. Для разработки 3D модели использовалось программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики Blender (Blender Foundation). Корпус был изготовлен путем 3D печати с использованием принтера Flying Bear Ghost 5.

Следует отметить, что выбор и разработка оптической системы и корпуса микроскопа были ориентированы на достижение высокой эффективности, компактности и долговечности устройства. Кроме того, удобство использования микроскопа стало одним из приоритетов, особенно учитывая потребности дистанционного обучения. Окончательные этапы проекта включают изготовление оптической системы, сборку микроскопа, а также проверку корректности применения в образовательных целях.

Выводы. Разработка корпуса из пластика делает микроскоп более долговечным и удобным в использовании. Результаты численного моделирования подтверждают эффективность оптической системы, что делает предложенный микроскоп привлекательной бюджетной альтернативой для проведения лабораторных работ в образовательных учреждениях.

Список использованных источников:

1. Cybulski, J. S., Clements, J., Prakash, M. (2014). Foldscope: Origami-Based Paper Microscope. PLOS ONE, 9(6), e98781. DOI: 10.1371/journal.pone.0098781
2. Shanmugapriya, P., Rani, M., & Prakash, M. (2015). Foldscope: A paper microscope as a tool for education and health in India. Journal of Microscopy, 259(1), 1–8. DOI: 10.1111/jmi.12237
3. Prakash, M., & Yang, Y. (2019). Foldscope: Looking at the impact of an ultra-affordable paper microscope. In S. Rampersad, A. S. S. Ramdass, & S. B. Ijaiya (Eds.), Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education (pp. 177–186). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-16848-3_14