**Куриные яйца помогли создать прозрачную пленку, экранирующую электромагнитное излучение**

*Красноярские ученые при помощи экологической и безотходной технологии разработали прозрачные проводящие пленки с близкой к ста процентам эффективностью экранирования электромагнитного излучения. Гибкие и дешевые пленки могут использоваться не только для защиты данных в электронных устройствах, но и в качестве высокоэффективных прозрачных сенсорных экранов или электродов для оптоэлектрических устройств. Результаты исследования* [*опубликованы в журнале Journal of Materials Science*.](https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-021-06206-4)

Защита данных на электронных устройствах и их экранирование от электромагнитных помех крайне актуальна для военных или экономических целей. Сейчас большинство экранирующих пленок изготавливаются в виде металлической фольги либо толстой сетки, которыми нельзя покрыть дисплей аппаратуры или окна.

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», СФУ и СибГУ им. М.Ф. Решетнева разработали прозрачные проводящие пленки на основе меди и никеля для высокоэффективного прозрачного экранирующего покрытия. Они имеют эффективность экранирования, превышающую характеристики альтернативных прозрачных проводящих покрытий, и более низкую стоимость. При этом пленки остаются прозрачными более чем на 80 % и обладают высокой гибкостью.

Для получения этих покрытий ученые использовали куриные яйца. Белок яйца наносился тонким слоем на полимерные подложки. Высыхая, он образовывал растрескавшуюся структуру, которая становилась шаблоном для создания пленок. Сверху на самоорганизованный шаблон напылялось серебро, которое являлось тонкой затравкой для гальванического осаждения меди и никеля. Результаты показали, что благодаря покрытию из меди ученым удалось сделать пленки эффективнее и добиться большего процента экранирования – 99,99%, при достаточно высокой прозрачности материала в 82,2 %.

*«Шаблоны для прозрачных проводящих покрытий создавались при помощи дегидратационной самоорганизации. Подобный эффект можно наблюдать в повседневной жизни. Наиболее наглядным примером является растрескивание влажной почвы при высыхании и нагреве. Это обусловлено тем, что почва неоднородна и состоит из различных частиц, которые в процессе высыхания уплотняются, в результате чего в слое возникают избыточные механические напряжения, которые снимаются за счет образования трещин. Наша технология построена на таком же принципе*. *В качестве материала для шаблона мы взяли яичный белок. Один из главных плюсов такой методики, что она намного проще и экологичнее, чем альтернативные методики получения таких пленок, например, литографические. Это абсолютно «зеленая» технология. Синтез материала нашим методом безопасен, и безотходен.* *К тому же он значительно дешевле, чем существующие аналоги»,* – рассказал автор работы **Антон Воронин**, кандидат технических наук, научный сотрудник Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН.

Еще одним плюсом технологии является гибкость полученных материалов. Благодаря гальваническому металлу на пленках, в отличие от альтернативных систем, полученных очень дорогостоящими методами фотолитографии и импринтлитографии, они не рвутся при сгибе и могут принимать необходимую форму.

*«Для эффективного экранирования от электромагнитных помех важна герметичность стыков, поскольку они наиболее уязвимы для утечек.* *Наши пленки можно сложить как оригами, чтобы придать пленке сложную геометрию экранирующего объекта. При этом покрытие практически полностью сохранит свои электрические свойства. Спектр задач для таких систем достаточно большой. Их можно использовать в качестве электродов для солнечных элементов или светодиодов, прозрачных нагревательных элементов, для уменьшения теплопотерь в сооружениях с панорамными окнами. С помощью прозрачных нагревательных элементов можно решить проблему замерзших окон в общественном транспорте, что актуально для нашего региона. Разместив на окно можно наделить подобное покрытие несколькими функциями: они могут и экранировать, и обогревать помещение. Отличное решение, учитывая его низкую себестоимость»,* –отметил Антон Воронин.

Ученые отмечают, что с точки зрения трех параметров – эффективности экранирования, прозрачности и стоимости производства, разработанные пленки на настоящий момент являются лучшими даже среди теоретических решений. При этом эффективность защиты от электромагнитных помех у данных пленок превосходит другие прозрачные покрытия, полученные более сложными методами.

Ранее в Красноярском научном центре СО РАН на основе подобных пленок были созданы [самоочищающиеся фильтры для масок-респираторов,](https://ksc.krasn.ru/news/smennye_filtry_iz_nanovolokon_dlya_masok_respiratorov_zashchityat_ot_virusov/?sphrase_id=8508) способные задерживать инфекционные частицы размером менее 100 нанометров.

Работа проводилась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и стипендии Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук.