



УДК 621.793  
doi:10.21685/2587-7704-2021-6-1-1



Open  
Access

RESEARCH  
ARTICLE

## Виды защитных покрытий радиоэлектронной аппаратуры от внешних воздействующих факторов

**Виктория Евгеньевна Большакова**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
vicka.bolschakova2013@yandex.ru

**Ильнур Наильевич Рязяпов**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
siori@list.ru

**Михаил Александрович Нелюцков**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
nelyuckovmihail@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены методы защиты радиоэлектронной аппаратуры от внешних воздействующих факторов на примере покрытий. Выявлены основные свойства защиты, а также представлены требования, предъявляемые к защитным покрытиям. Проведен анализ защитных покрытий.

**Ключевые слова:** радиоэлектронная аппаратура; внешние воздействующие факторы; методы защиты; виды покрытий; требования; характеристики

**Для цитирования:** Большакова В. Е., Рязяпов И. Н., Нелюцков М. А. Виды защитных покрытий РЭА от внешних воздействующих факторов // Инжиниринг и технологии. 2021. Т. 6(1). С. 1–3. doi:10.21685/2587-7704-2021-6-1-1

## Types of protective coatings to prevent radio-electronic equipment from external factors

**Viktoriya E. Bol'shakova**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
vicka.bolschakova2013@yandex.ru

**Ilnur N. Ryzayapov**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
siori@list.ru

**Mikhail A. Nelyutskov**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
nelyuckovmihail@mail.ru

**Abstract.** Methods to protect radio-electronic equipment from external factors are illustrated by coatings. Basic protective properties are identified, and the requirements for protective coatings are presented. An analysis of protective coatings is carried out.

**Keywords:** radio-electronic equipment; external factors; methods of protection; types of coatings; requirements; characteristics

**For citation:** Bol'shakova V.E., Ryzayapov I.N., Nelyutskov M.A. Types of protective coatings to prevent radio-electronic equipment from external factors. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2021;6(1):1–3. (In Russ.). doi:10.21685/2587-7704-2021-6-1-1

### Введение

Радиоэлектронная аппаратура (РЭА) в процессе эксплуатации подвергается влиянию внешних воздействующих факторов (ВВФ) [1–5].

РЭА не наделена возможностями, при которых сама бы регулировала систему, позволяющую ей приспособиться к внешним воздействующим факторам, таким как механические (шум, механиче-



ский удар, вибрация), климатические (осадки, ветер, атмосферное давление), биологические (плесень) и др. Поэтому, чтобы предотвратить или снизить влияние ВВФ на аппаратуру, конструктору необходимо провести ее анализ, анализ выполняемых ею задач, условий эксплуатации и вследствие этого разработать методы защиты РЭА от ВВФ, чем на сегодняшний день и занимается целое направление инженеров-конструкторов.

### Методы защиты

Методы защиты основаны предпочтительно на использовании химии полимеров. Одним из самых распространенных способов защиты аппаратуры от влияния внешних воздействующих факторов является применение разнообразия покрытий. Существует немало видов покрытий для защиты РЭА в определенных условиях эксплуатации. При производстве радиоэлектронной аппаратуры может осуществляться защита покрытий как целиком изделия, так и его элементов в отдельности. Защитные покрытия во многом определяют надежность работы РЭА. Покрытия при производстве РЭА имеют различные цели, наиболее существенными среди них являются:

- защита поверхности от коррозии;
- придание эстетичного внешнего вида;
- придание поверхности изделия более высокой механической прочности;
- придание поверхности изделия более высокой электропроводности.

### Виды защитных покрытий

Защитные покрытия по материалу пленок покрытия подразделяются на металлические, химические и лакокрасочные.

Рассмотрим некоторые такие покрытия более подробно в виде сравнительной характеристики.

**Акриловые покрытия.** Область применения – покрытия общего применения.

Преимущества: высокая скорость высыхания; ремонтпригодность; простота нанесения; устойчивость покрытия к деформациям; способность противостоять влаге; относительно низкая цена.

Недостатки: в составе содержится большое количество растворителя; плохая сопротивляемость химическому воздействию.

**Эпоксидные покрытия.** Область применения – механическая защита.

Преимущества: способность выдерживать значительные температуры; простота использования; механическая прочность, в том числе к истиранию; в отличие от акриловых покрытий, обладают высокой устойчивостью к химическим воздействиям; хорошие диэлектрические свойства.

Недостатки: процесс полимеризации занимает значительное количество времени; процесс снятия покрытия достаточно сложный; обладают высокой плотностью, что, в свою очередь, влияет на массу покрытия, и, как следствие, механические напряжения на компонентах небольшой прочности.

**Силиконовые покрытия.** Область применения – высокотемпературная защита.

Преимущества: сверхвысокая температурная стойкость; высокая эластичность; химическая стойкость; ремонтпригодность; малое время отверждения.

Недостатки: трудности нанесения; значительная толщина нанесения; низкая адгезия; нестойки к истиранию; высокая стоимость.

**Уретановые покрытия.** Область применения – защита от влаги и химии, диэлектрик.

Преимущества: значительная стойкость к химическому воздействию; эластичность; механическая прочность; диэлектрические свойства.

Недостатки: процесс полимеризации занимает значительное количество времени; процесс снятия покрытия достаточно сложный; низкая устойчивость к вибрациям.

**Фторполимерные покрытия.** Область применения – защита от влаги и химии, диэлектрик.

Преимущества: низкая диэлектрическая постоянная; низкая поверхностная энергия; низкая гигроскопичность; стойкость к растворителям.

Недостатки: высокая стоимость; малая механическая защита.

### Требования к покрытиям

Лаковые и пленочные покрытия используются с целью защиты радиоэлектронных устройств от разрушающих внешних факторов. Для того чтобы наиболее точно подобрать покрытие, учитываются условия работы РЭС, а также особые параметры устройства (конструктивные и технологические).

Основные требования, предъявляемые к лаковым и пленочным покрытиям:

- высокая проникающая способность (в отверстия 0,3–1,5 мм);
- повышенная прочность образуемого покрытия;



- прозрачность покрытия;
- высокая степень адгезии;
- высокая эластичность и устойчивость к механическим воздействиям;
- высокое удельное сопротивление;
- химическая прочность.

Стоит отметить, что характеристики покрытия также очень важны:

- текучесть;
- огнестойкость и низкая вероятность воспламенения;
- отсутствие вредных выделений в воздух;
- условия для высыхания;
- срок хранения после изготовления;
- количество наносимых слоев.

На выбор используемого покрытия также влияют следующие особенности модулей РЭС:

- плотность поверхностного монтажа;
- толщина зазора между платой и элементами;
- наличие участков, не подлежащих изоляции;
- возможность проведения ремонтных работ;
- элементы, нестойкие к высоким температурам во время сушки.

### Выводы

В статье были рассмотрены способы защиты РЭА от внешних воздействующих факторов на примере такого способа защиты, как покрытие. Были проанализированы несколько видов покрытий и приведены их сравнительные характеристики.

Как выяснилось, процесс выбора способа защитного покрытия для РЭА довольно сложный, так как при конструировании должны быть предусмотрены все особенности производства, чтобы полностью исключить или существенно снизить негативное влияние ВВФ, которое в большинстве случаев существенно влияет на работоспособность аппаратуры и может привести к отказу.

### Список литературы

1. Кирдяев М. М., Кочегаров И. И., Трусов В. А. Влагозащитные покрытия печатных плат // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 2. С. 3–6.
2. Лобанов М. Л., Кардонина Н. И., Россина Н. Г., Юровских А. С. Защитные покрытия : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. 200 с.
3. Груев И. Д., Матвеев Н. И., Сергеева Н. Г. Электрохимические покрытия изделий радиоэлектронной аппаратуры : справочник. М. : Радио и связь, 1988. 304 с.
4. Нefeldов Н. И., Семенова Л. В., Кузнецова В. А., Веренинова Н. П. Лакокрасочные покрытия для защиты металлических и полимерных композиционных материалов от старения, коррозии и биоповреждения // Авиационные материалы и технологии. 2017. № S. С. 393–404.
5. Защитные, декоративные и специальные покрытия деталей РЭС : метод. указания / сост.: Б. Н. Березков, А. В. Архипов ; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2001. 40 с.

### References

1. KirDYaev M.M., Kochegarov I.I., Trusov V.A. Waterproof coatings for printed circuit boards. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo = Proceedings of the International Symposium on Reliability and Quality*. 2015;2:3–6. (In Russ.)
2. Lobanov M.L., Kardonina N.I., Rossina N.G., Yurovskikh A.S. *Zashchitnye pokrytiya: ucheb. posobie = Protective coatings: a textbook*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo universiteta, 2014:200. (In Russ.)
3. Gruev I.D., Matveev N.I., Sergeeva N.G. *Elektrokhimicheskie pokrytiya izdeliy radioelektronnoy apparatury: spravochnik = Electrochemical coatings of radio-electronic equipment: a reference book*. Moscow: Radio i svyaz', 1988:304. (In Russ.)
4. Nefedov N.I., Semenova L.V., Kuznetsova V.A., Vereninova N.P. Paint coatings for protection of metallic and polymer composite materials against aging, corrosion and biodeterioration. *Aviatsionnye materialy i tekhnologii = Aviation Materials and Technologies*. 2017;S:393–404. (In Russ.)
5. Berezkov B.N., Arkhipov A.V. (comp.). *Zashchitnye, dekorativnye i spetsial'nye pokrytiya detaley RES: metod. ukazaniya = Protective, decorative, and special coatings for REM parts: guidelines*. Samar. gos. aerokosm. un-t. Samara, 2001:40. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 12.03.2021

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 27.04.2021

Принята к публикации / Accepted 03.05.2021