



**Московский Государственный Университет  
имени М.В. Ломоносова  
биологический факультет  
кафедра вирусологии**

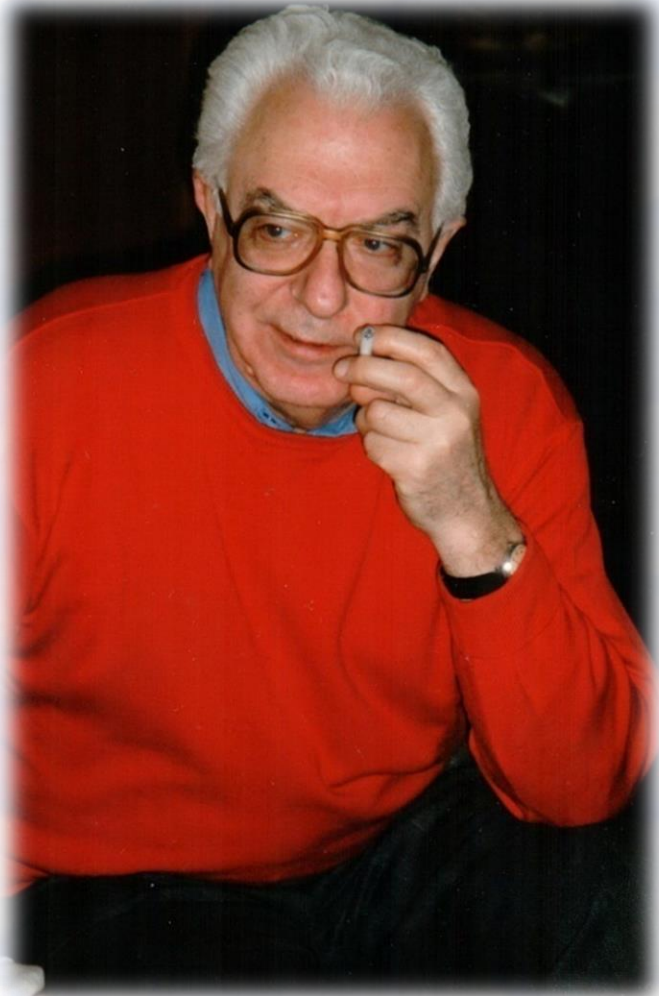


# **Вирусы растений: новые возможности в период пандемии**

**Ольга Карпова**

# **Академик Иосиф Григорьевич Атабеков**

**1934 - 2021**

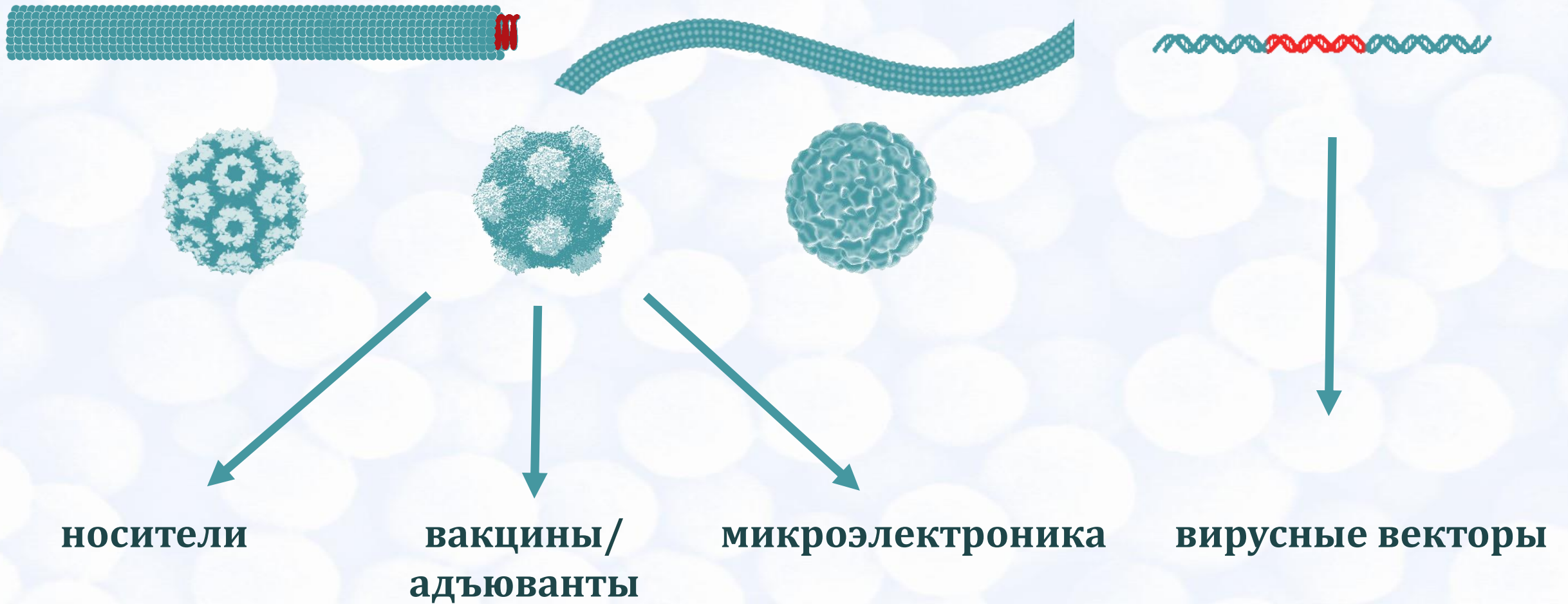


**Основатель уникальной школы молекулярной биологии вирусов растений.**

**Благодаря исследованиям научной школы И.Г. Атабекова были сформулированы и реализованы основные направления фундаментальных и прикладных исследований в мировой фитовирусологии.**

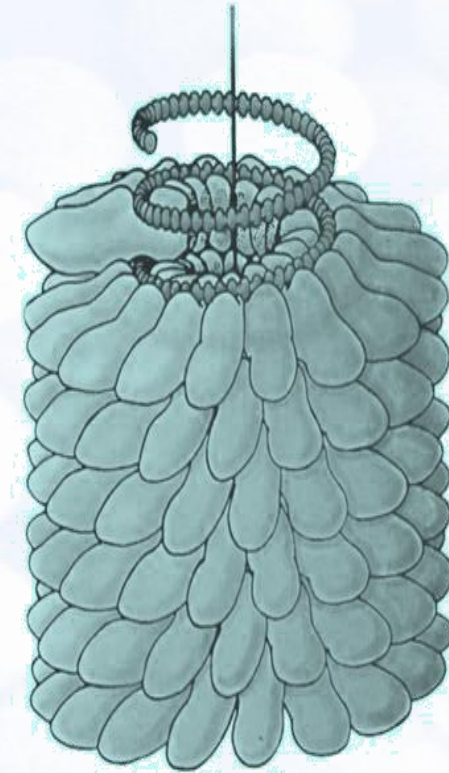
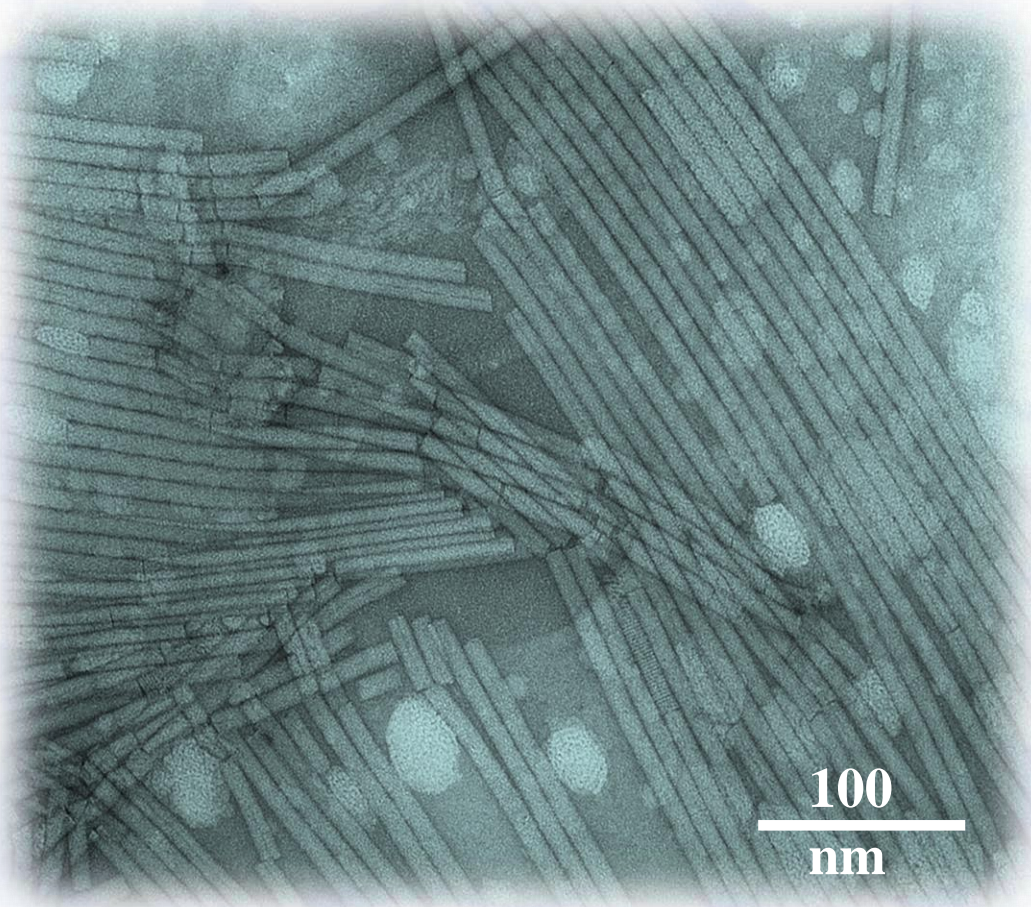


# Вирусы растений



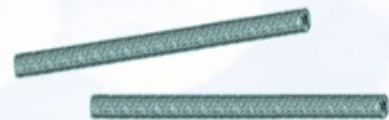


# ВИРУС ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ - ВТМ TOBACCO MOSAIC VIRUS - TMV



L - **300** nm

D - **18** nm

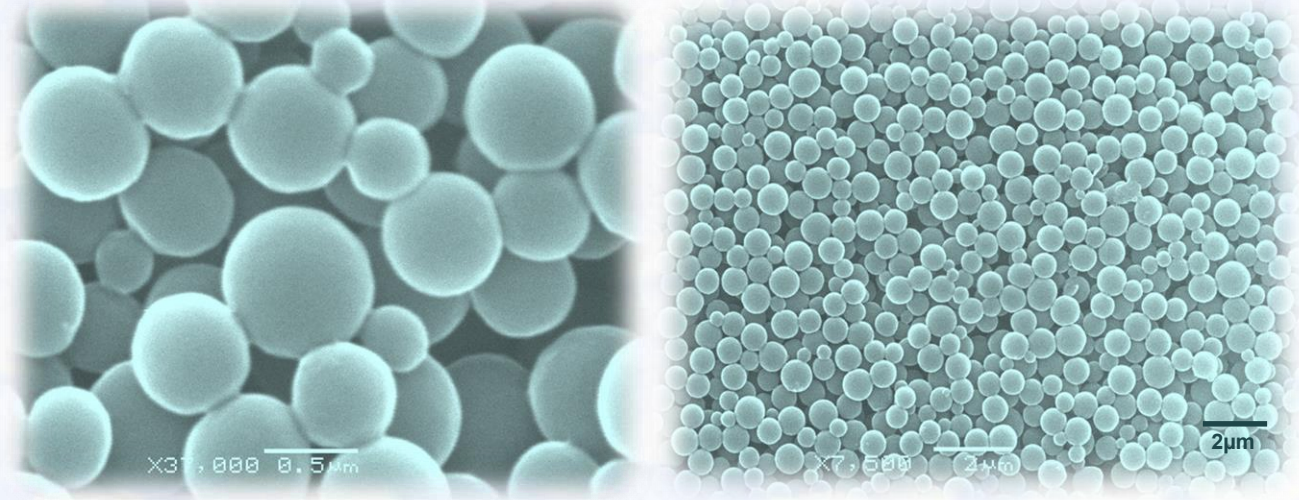


ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

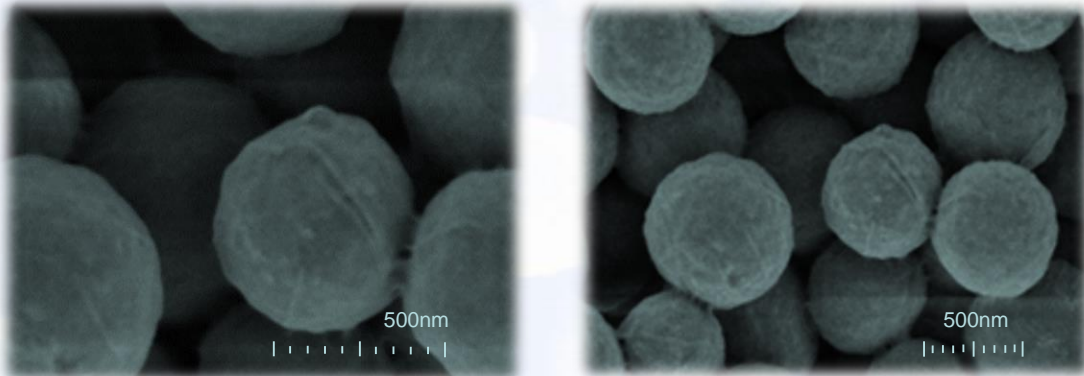


# СФЕРИЧЕСКИЕ ЧАСТИЦЫ SPHERICAL PARTICLES (SPs)

SPs ОБРАЗУЮТСЯ ПРИ  
ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКЕ  
BTM ПРИ **94°C**



Сканирующая электронная микроскопия  
(JSM-6380LA, JEOL)

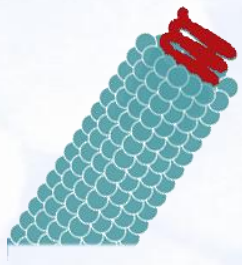


Сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения  
(SU8000, Hitachi)

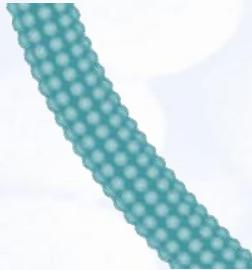
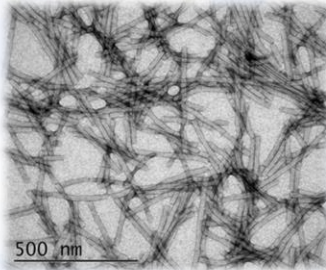
**РАЗМЕРЫ SPs МОЖНО  
КОНТРОЛИРОВАТЬ 50-1000 нм**

# ВИРУСЫ РАСТЕНИЙ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ АДЪЮВАНТЫ

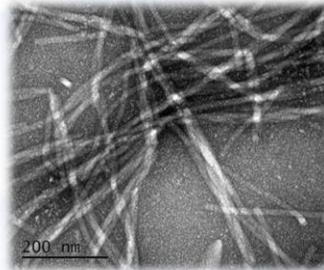
## ВИРУСЫ И SPs



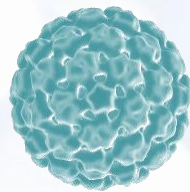
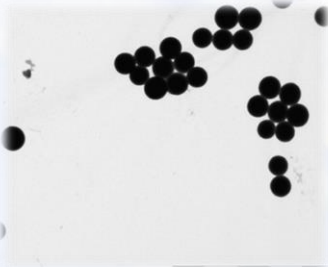
**ВИРУС ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ**  
(18 x 300 nm)



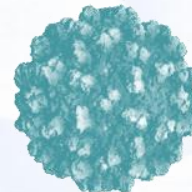
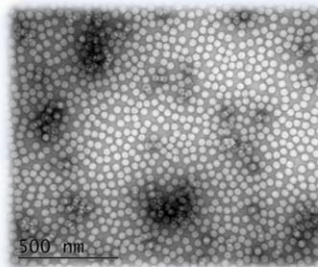
**X ВИРУС КАРТОФЕЛЯ**  
(13.5 x 515 nm)



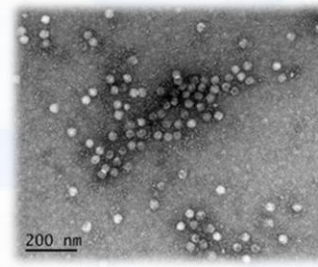
**SPs**  
(600 nm)



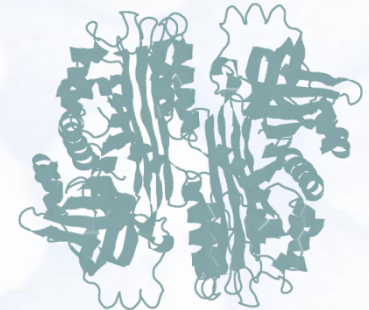
**ВИРУС МОЗАИКИ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ**  
(35 nm)



**ВИРУС МЯГКОЙ МОЗАИКИ ФАСОЛИ**  
(36 nm)



## МОДЕЛЬНЫЕ АНТИГЕНЫ



**ОВАЛЬБУМИН**  
(42.7 kDa)



**ЛИЗОЦИМ**  
(14 kDa)



# Адъювантные свойства вирусов растений с различными размерами и формой

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ АДЬЮВАНТ	ФРПМА/РАЗМЕР(nm)	ИММУНО-СТИМУЛЯЦИЯ	АТ на ЧАСТИЦУ
SPs	 611± 71	ВЫСОКАЯ	МАЛО
BTM	 315±27(L)	ВЫСОКАЯ	Н/О
ХВК	 315±27(L)	НИЗКАЯ	МНОГО
ВМЦК	 35±2 T=7	ВЫСОКАЯ	МНОГО
ВММФ	 35±2 T=7	НЕТ	МНОГО

- BTM Вирус табачной мозаики
- ВМЦК Вирус мозаики цветной капусты
- ХВК X вирус картофеля
- SPs Сферические частицы
- ВММФ Вирус мягкой мозаики фасоли

# СВОЙСТВА SPs

- ✓ Стабильность
- ✓ Биобезопасность
- ✓ Биodeградация
- ✓ Уникальные адсорбционные свойства
- ✓ Эффективная иммуностимуляция (адъювант)
- ✓ Высокая иммуногенность целевых белков в комплексе с SPs



**SPs СОСТОЯТ ТОЛЬКО ИЗ БЕЛКА ОБОЛОЧКИ BTM**

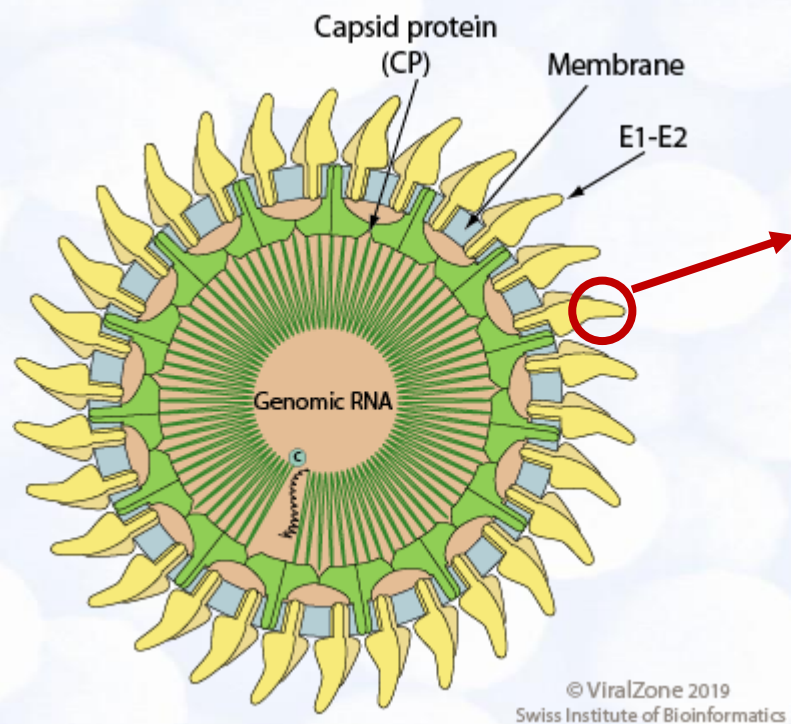


# Схема получения вакцинного кандидата



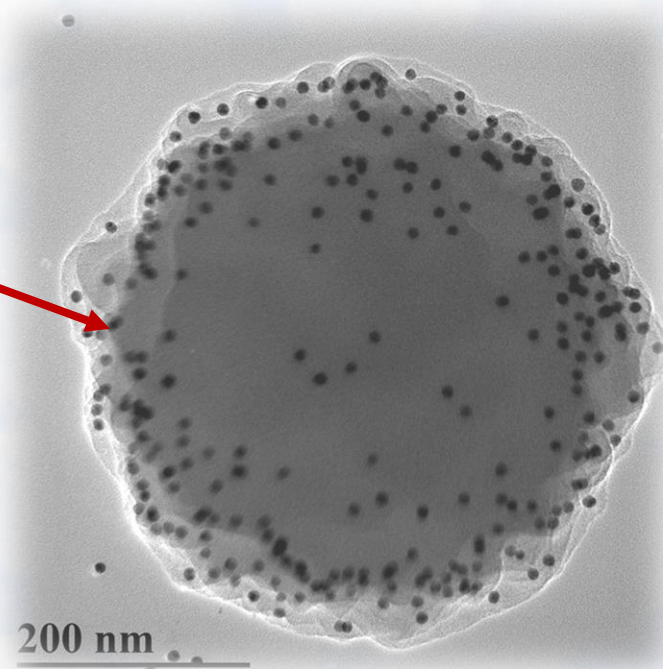
# Вакцинный кандидат против вируса краснухи

**ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ  
УСПЕШНО ЗАВЕРШЕНЫ**



**ВИРУС КРАСНУХИ**

**АРХИТЕКТУРА  
SPs-E2 КОМПЛЕКСА**

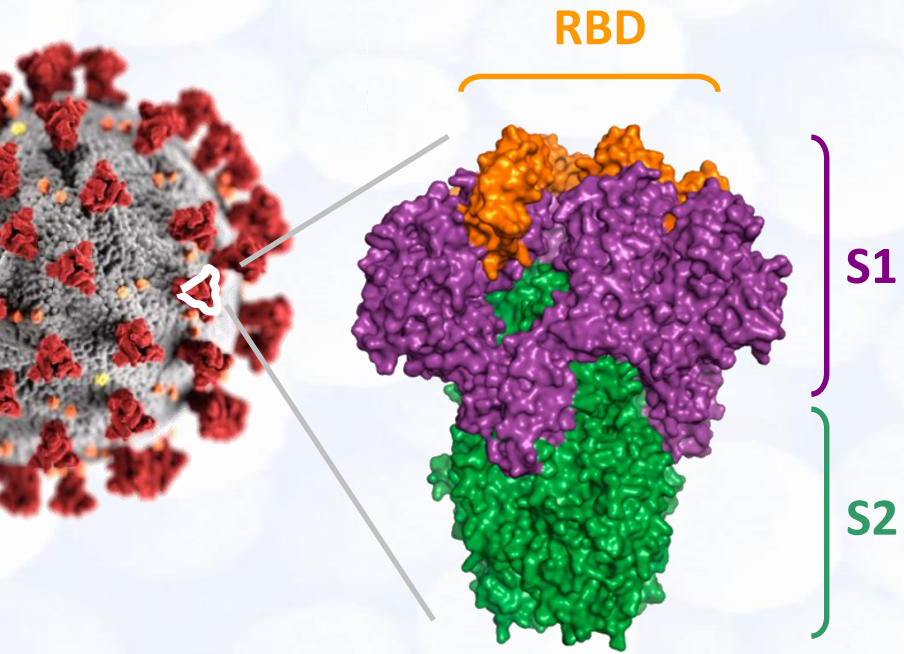


**ИММУНОЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ  
АНТИТЕЛА ПРОТИВ ВИРУСА КРАСНУХИ**



# ВАКЦИННЫЙ КАНДИДАТ ПРОТИВ SARS-CoV-2

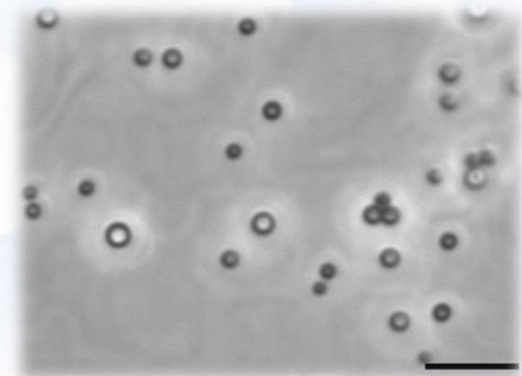
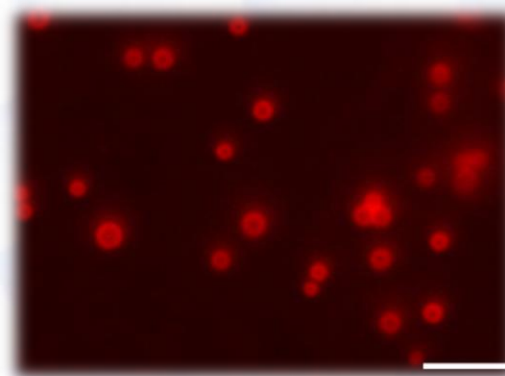
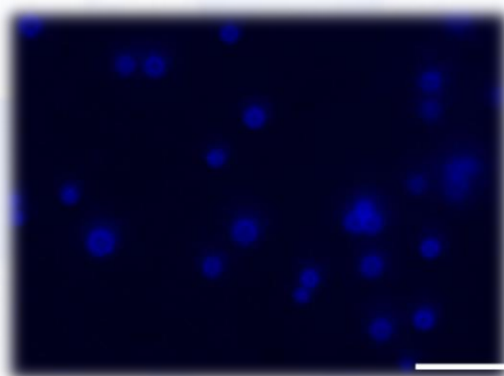
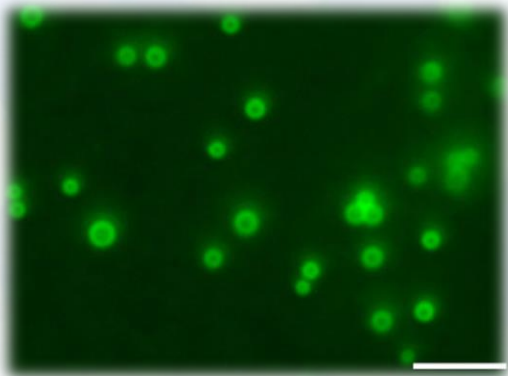
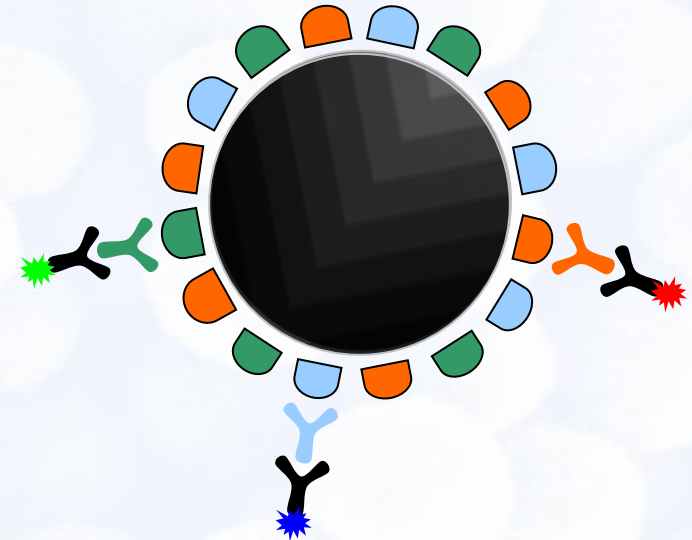
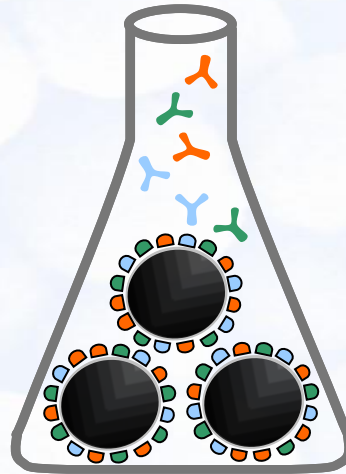
ИДУТ ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ



Антиген 1

Антиген 2

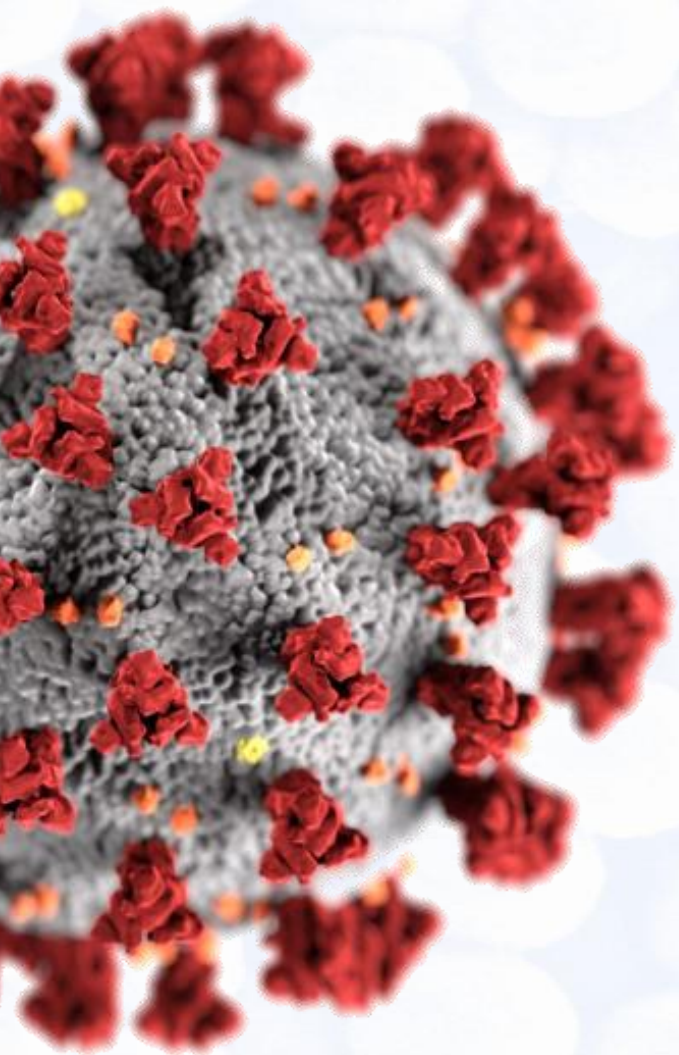
Антиген 3



Иммунофлуоресцентная микроскопия. Bar, 2  $\mu$ m.

Фазовый контраст

# Список кандидатных против COVID-19 вакцин на сайте ВОЗ



Protein Subunit	Oral E. coli-based protein expression system of S and N proteins	MIGAL Galilee Research Institute	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Nanoparticle vaccine	LakePharma, Inc.	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant spike protein with Advax™ adjuvant	Vaxine Pty Ltd	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	OMV-based vaccine	Quadram Institute Biosciences	SARS-CoV2		Flu A, plague
Protein Subunit	OMV-based vaccine	BiOMViS Srl/Univ. of Trento	SARS-CoV2		
Protein subunit	structurally modified spherical particles of the tobacco mosaic virus (TMV)	Lomonosov Moscow State University	SARS-CoV2	preclinical	rubella, rotavirus
Protein Subunit	Spike-based	University of Alberta	SARS-CoV2	Pre-Clinical	Hepatitis C
Protein Subunit	Recombinant S1-Fc fusion protein	AnyGo Technology	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant protein	Yisheng Biopharma	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant S protein in IC-BEVS	Vabiotech	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Orally delivered, heat stable subunit	Applied Biotechnology Institute, Inc.	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	S-2P protein + CpG 1018	Medigen Vaccine Biologics Corporation/NIAID/Dynavax	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Peptides derived from Spike protein	Axon Neuroscience SE	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Adjuvanted recombinant protein (RBD-Dimer)	Anhui Zhifei Longcom Biopharmaceutical/ Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	RBD-based	Neovii/Tel Aviv University	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	RBD-based	Kentucky Bioprocessing, Inc	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Outer Membrane Vesicle (OMV)-peptide	Intravacc/Epivax	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Replicating Viral Vector	YF17D Vector	KU Leuven	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Replicating Viral Vector	Measles Vector	Zydus Cadila	SARS-CoV2	Pre-Clinical	





# Список кандидатных против COVID-19 вакцин на сайте ВОЗ

Protein Subunit	Oral E. coli-based protein expression system of S and N proteins	MIGAL Galilee Research Institute	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Nanoparticle vaccine	LakePharma, Inc.	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant spike protein with Advax™ adjuvant	Vaxine Pty Ltd	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	OMV-based vaccine	Quadram Institute Biosciences	SARS-CoV2		Flu A, plague

Protein subunit	structurally modified spherical particles of the tobacco mosaic virus (TMV)	Lomonosov Moscow State University	SARS-CoV2	preclinical	rubella, rotavirus
-----------------	---	-----------------------------------	-----------	-------------	--------------------

Subunit					
Protein Subunit	Recombinant S1-Fc fusion protein	AnyGo Technology	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant protein	Yisheng Biopharma	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Recombinant S protein in IC-BEVS	Vabiotech	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Orally delivered, heat stable subunit	Applied Biotechnology Institute, Inc.	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	S-2P protein + CpG 1018	Medigen Vaccine Biologics Corporation/NIAID/Dynavax	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Peptides derived from Spike protein	Axon Neuroscience SE	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Adjuvanted recombinant protein (RBD-Dimer)	Anhui Zhifei Longcom Biopharmaceutical/ Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	RBD-based	Neovii/Tel Aviv University	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	RBD-based	Kentucky Bioprocessing, Inc	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Protein Subunit	Outer Membrane Vesicle (OMV)-peptide	Intravacc/Epivax	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Replicating Viral Vector	YF17D Vector	KU Leuven	SARS-CoV2	Pre-Clinical	
Replicating Viral Vector	Measles Vector	Zydus Cadila	SARS-CoV2	Pre-Clinical	



# Вакцинный кандидат против COVID-19

## ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ



ВАКЦИННЫЙ  
КАНДИДАТ



Мыши

- ✓ Иммуногенность
- ✓ Безопасность

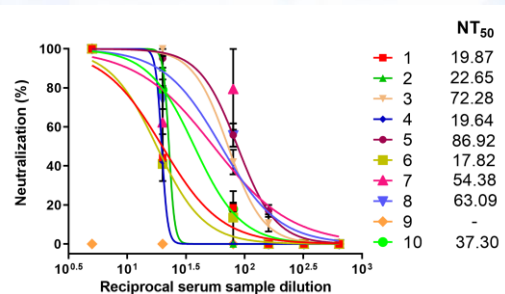
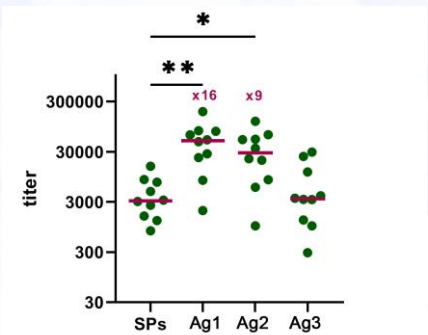


Хомяки

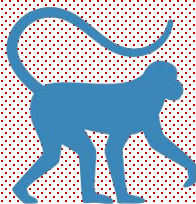
- ✓ Иммуногенность
- ✓ Протективность
- ✓ Безопасность



Р-ФАРМ



## КЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ



Макаки

- Иммуногенность
- Протективность
- Безопасность



Человек

- Безопасность
- Иммуногенность
- Протективность





Р-ФАРМ  
Инновационная  
технология  
фармацевтики

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

[okar@genebee.msu.ru](mailto:okar@genebee.msu.ru)