

# Ожидаемый экономический эффект от включения вакцинопрофилактики менингококковой инфекции у детей первого года жизни в национальный календарь профилактических прививок

Попович Л. Д., Вахрушева Д. А., Светличная С. В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Аннотация.** Менингококковая инфекция (МИ) является одной из самых тяжёлых по клиническим проявлениям и их последствиям. В современных условиях наиболее действенной мерой борьбы с тяжёлыми формами МИ является специфическая профилактика, способная снизить как заболеваемость, инвалидизацию, так и экономическое бремя заболевания. *Целью* работы является определение потенциальных выгод общества при введении в национальный календарь профилактических прививок (НКПП) вакцины против менингококковой инфекции серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной у детей в возрасте 9 и 12 месяцев. *Материалы и методы.* Построение имитационной динамической прогностической математической модели для расчётов эпидемиологических последствий включения вакцинопрофилактики МИ в НКПП. На основе модели проведены экономические расчёты. Учтены расходы на вакцинацию с учётом прогнозной численности детей в возрасте до 1 года, рассчитан монетарный эквивалент предотвращения экономического ущерба общества при включении в НКПП вакцинации детей в 9 и 12 месяцев. *Результаты.* Вакцинация снижает число смертельных исходов на 58–60 %. Наиболее заметное снижение смертности после вакцинации ожидается у детей до 5 лет. Соотнесение суммарных эпидемиологических выгод, выраженных в годах предотвращённых лет потерянной жизни, с прогнозной стоимостью статистического года жизни даёт следующие результаты: уже начиная с 1-го года вакцинации детей общество получит почти 6,5 млрд руб. монетарного выигрыша в метриках сохранённых лет жизни. Всего за 10 лет после вакцинации он может составить более 70 млрд руб. *Заключение.* Расходы на вакцинопрофилактику четырёхвалентной конъюгированной вакциной против менингококковой инфекции детей первого года жизни при определённых условиях экономически оправданы в сопоставлении с монетарным эквивалентом общественного выигрыша от включения вакцинации против менингококковой инфекции в НКПП.

**Ключевые слова:** менингококковая инфекция; вакцинопрофилактика; экономическое бремя; моделирование

## Для цитирования:

Попович Л. Д., Вахрушева Д. А., Светличная С. В. Ожидаемый экономический эффект от включения вакцинопрофилактики менингококковой инфекции у детей первого года жизни в национальный календарь профилактических прививок. *Качественная клиническая практика.* 2022;(2):4–12. <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2022-2-4-12>

**Поступила:** 11 февраля 2022 г. **Принята:** 15 февраля 2022 г. **Опубликована:** 24 марта 2022 г.

## Economic prognosis from vaccination against meningococcal infection inclusion into the National calendar of prophylactic vaccines in children of first age old

Popovich LD, Vakhrusheva DA, Svetlichnaya SV

National Research University “Higher Scholl of Economics”, Moscow, Russia

**Abstract.** Meningococcal infection (MI) is one of the severe illnesses by clinical manifestations and their consequences. Specific prophylaxis of severe MI forms is the most effective measure in the current conditions. It can lead to morbidity and disability reduction as well as and economic burden cut. *Aim.* Potential economic benefits of society finding in case of meningococcal polysaccharide conjugate vaccine to prevent MI caused by serogroups A, C, W, and Y into the National calendar of prophylactic vaccines (NCPV) for children 9- and 12-months age. *Material and methods.* The dynamic simulation mathematical model for epidemiological consequences of MI vaccines prophylaxis inclusion into NCPV was created. And economic calculations have been made based on this model also. Cost of vaccination based on prognosis of children amount in age before one year has been calculated, monetary equivalent of economic burden reduction in case of MI vaccines prophylaxis inclusion into NCPV was created. *Results.* Vaccination reduces mortality on 58–60 %, especially in children less than 5 years old. Correlation of the total epidemiological benefits expressed in years of prevented years of lost life with the projected cost of a statistical year of life gives the following results: starting from the 1st year of vaccination of children, society will receive almost 6.5 billion RUR monetary gain in metrics of life saved years. Monetary benefit on 10 years horizon could be as 70 billion RUR. *Conclusion.* Expenditures for meningococcal polysaccharide conjugate vaccine to prevent MI caused by serogroups A, C, W, and Y usage in case of inclusion into NCPV for children in 9- and 12-months (twice in the first year of life) are economic proved in frames of monetary equivalent of society gain in certain conditions.

**Keywords:** meningococcal infection; vaccines; economic burden; modelling

**For citations:**

Popovich LD, Vakhrusheva DA, Svetlichnaya SV. Economic prognosis from vaccination against meningococcal infection inclusion into the National calendar of prophylactic vaccines in children of first age old. *Kachestvennaya klinicheskaya praktika = Good Clinical Practice*. 2022;(2):4–12. (In Russ). <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2022-2-4-12>

**Received:** February 11, 2022. **Accepted:** February 15, 2022. **Published:** March 24, 2022

Менингококковая инфекция является одной из самых тяжёлых по клиническим проявлениям и их последствиям. Проблема её распространения остаётся актуальной во всём мире, что связано с трудностями эпидемиологического надзора, лабораторного контроля, серологической разнородностью возбудителя, многообразием источников инфекции [1]. Характерной особенностью течения менингококковой инфекции является высокий риск развития критических состояний в первые часы её манифестации, что может сопровождаться смертельным исходом [2]. При этом состояние больных генерализованными формами менингококковой инфекции требует интенсивной терапии. У 10–20 % пациентов, перенесших менингококковый менингит, формируются необратимые нарушения зрения, слуха, ментального развития, эпилептический синдром и другие расстройства нервной системы, приводящие к снижению качества жизни и инвалидизации [3]. Всё вышесказанное сопровождается как высокими затратами системы здравоохранения в целом, так и расходами на оплату временной и стойкой утраты трудоспособности, потенциальным снижением вклада во внутренний валовой продукт и т. д. — иными словами, всем, что называется социально-экономическим бременем заболевания.

В современных условиях наиболее действенной мерой борьбы с тяжёлыми формами менингококковой инфекции является специфическая иммунизация [3]. Наличие современных высокоэффективных вакцин способно обеспечить надёжную профилактику менингококковой инфекции. Нынешняя ситуация с эффективным предупреждением менингита характеризуется, на наш взгляд, следующими особенностями:

1. Представлением о том, что специфическая иммунопрофилактика менингококковой инфекции у детей первого года жизни необходима [4].
2. В соответствии с национальным календарём профилактических прививок РФ (НКПП) иммунизация производится только по эпидемиологическим показаниям [5].
3. Пандемия коронавирусной инфекции нанесла тяжёлый удар по вакцинопрофилактике различных инфекций, отодвинув её на второй план, не стала исключением и менингококковая.
4. Кроме того, серьёзную проблему для создания эффективной системы предупреждения этой инфекции представляет тот факт, что зачастую недооценивается реальный уровень распространённости заболевания в популяции, особенно в старших возрастах.

Единичные исследования, проводимые с целью определить, насколько велика эта недооценка, дают большой разброс показателей [6, 7]. Отметим, что любая вакцинопрофилактика требует финансовых и людских затрат. Однако не менее важны её потенциальные гуманитарные и экономические выгоды, особенно при принятии управленческих решений. Понимание того, что бюджет есть «здесь и сейчас», а выгоды будут очевидны по прошествии продолжительного времени, требует нахождения той точки, в которой сойдутся оба государственных интереса: сохранение жизни и здоровья граждан, с одной стороны, и рациональное использование бюджетных средств — с другой. Именно поэтому в последнее время появляются работы, доказывающие возможность включения профилактики менингококковой инфекции в НКПП у детей первого года жизни, с экономической точки зрения [8]. Пандемия коронавируса не должна, по нашему мнению, отодвигать проблему включения профилактики менингококковой инфекции на второй план, поскольку наблюдаемая задержка в программе вакцинации в условиях сохраняющегося вирусного и бактериального воздействия может увеличить риск заболеваний, предотвращаемых с помощью вакцин [9]. В итоге это потребует в среднесрочной перспективе существенных дополнительных усилий для эффективного навёрстывания упущенного.

Иммунопрофилактика вакциной для профилактики менингококковых инфекций серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной, показавшей свою высокую эффективность, входит в национальные календари прививок около 40 стран мира [10, 11].

*Целью работы* было определение потенциальных выгод общества при иммунизации с помощью вакцины для профилактики менингококковых инфекций серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной у всех детей в возрасте 9 и 12 месяцев в случае включения данного вида иммунопрофилактики в НКПП.

**Материалы и методы / Materials and methods**

Вид анализа: математическое моделирование для экономического сравнения текущей ситуации и расширения числа детей первого года жизни, получающих иммунопрофилактику вакциной для профилактики менингококковых инфекций серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной.

Для расчётов эпидемиологических последствий была построена имитационная динамическая прогностическая модель, в рамках которой проводилось сравнение потенциального эпидемиологического бремени.

Оценка эпидемиологической перспективы менингококковой инфекции проводилась в пятнадцатилетнем горизонте (условно принимался диапазон 2020–2035 годы) с учётом сложившейся в предыдущие годы динамики основных показателей её распространённости в общей популяции.

При создании модели оценки прогнозной эффективности расширения практики вакцинации против менингококковой инфекции детям в 9 и 12 месяцев были использованы следующие источники текущей статистической и прогнозной информации:

1. Сложившиеся в предыдущие годы тенденции динамики и основные показатели её распространённости в общей популяции — число заболевших и умерших от заболевания в половозрастном разрезе в конкретном году, по данным Роспотребнадзора [12]. При этом исходили из нашей экспертной оценки, что для населения в возрасте старше 7 лет уровень недооценки случаев заболевания менингококковой инфекцией относительно регистрируемых составляет 3,1 раза.
  2. Сложившиеся в предыдущие годы тенденции динамики и основные показатели её распространённости в общей популяции — число заболевших и умерших от заболевания в половозрастном разрезе в конкретном году, по данным проекта «Глобальное бремя болезней» (GBD) [13].
  3. Прогнозные значения уровней смертности в половозрастном разрезе в пятнадцатилетнем горизонте с 2020 по 2035 год — по данным проекта «Глобальное бремя болезней» [14].
  4. Динамика изменения напряжённости постпрививочного иммунитета после вакцинации, который составляет 82 % в первый год, 80 % — во второй год, 71 % — в третий и четвёртый годы, 59 % — в пятый год после вакцинации [15].
  5. Прогнозные значения численности детей в возрасте от 0 до 5 лет в пятнадцатилетнем горизонте с 2020 по 2035 годы, по данным Росстата [16].
  6. Прогнозные значения коэффициента инфляции в период с 2025 до 2035 года, по данным Министерства экономического развития [17].
- В качестве входных параметров модели проводились расчёты:
1. Число лет жизни, потерянных в среднем в популяции в связи с преждевременной смертностью от менингококковой инфекции. С этой целью число лет жизни, потерянных в связи со смертностью от заболевания в 2019 году, делилось на число случаев смерти. В результате была получена величина 41,97 года.
  2. Число лет жизни, потерянных в среднем в популяции в связи с заболеваемостью менингококковой инфекцией. С этой целью число лет жизни, потерянных в связи с заболеваниями в 2019 году, делилось на число случаев заболевания из данных официальной статистики. Такой подход позволял учесть общие потери общества от инфекции с учётом недооценки выявления заболевания. В результате была получена величина 2,94 года.
  3. Структура официально зарегистрированных случаев смерти и возрастная структура заболеваемости в РФ, полученные из данных РПН в 2018 и 2019 годах, экстраполировалась на потенциальные показатели прогноза заболеваемости и смертности до 2035 года, представленные в базе данных GBD. Это делалось путём прогнозирования общего (суммарного) числа соответствующих случаев на основании прогнозных годовых коэффициентов изменения, указанных в GBD, с дальнейшим структурированием в полученной ранее возрастной пропорции. Так получалась прогнозная по возрасту структура числа смертей и болезни в ситуации без расширения практики вакцинирования.
  4. Для каждого года прогнозного периода рассчитывалась средняя стоимость статистического года жизни, которая оценивалась как душевая величина всех социально ориентированных расходов в определённый год. Этот параметр рассчитывался на основе данных об исполнении консолидированного бюджета Российской Федерации, представленных Казначейством РФ [18]. Проведённые расчёты показали, что в 2019 году эта величина составила 485 тыс. руб., в 2020 году она увеличилась до 516,3 тыс. руб. Пересчёт с учётом ожидаемого уровня инфляции позволил получить для 2021 года значение 642,63 тыс. руб. Было сделано предположение о том, что темп роста социальных расходов в период до 2025 года превысит базовый прогноз Минэкономразвития [17] и составит 4,3 %. После 2024 года уровень инфляции был принят на уровне 4 % и оставлен таким ещё в течение 42 лет после 2035 года.
  5. Расходы на вакцинацию рассчитывались как произведение стоимости рассматриваемой вакцины и 95 % прогнозной численности детей в возрасте до 1 года. Полученная величина удваивалась с учётом необходимости применения вакцины в возрасте 9 и 12 месяцев.

Нулевая гипотеза: 100%-ная вакцинация детей в возрасте 9 и 12 месяцев конъюгированной четырёхвалентной вакциной позволит предотвратить смертность от менингококковой инфекции.

Число предотвращённых случаев заболевания рассчитывали по формуле:

$$ЧЧ_j = \sum_{i=0, j=2020}^{i=5, j=2035} K_i * P_j - i * Ч_j - i$$

(формула 1),

где  $ЧЧ_j$  — потенциальное число человек, у которых будет выработан поствакцинальный иммунитет и которые не заболеют в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ );

$Ч_j$  — прогнозное значение численности населения соответствующего возраста в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ );

$K_i$  — клиническая эффективность вакцинации на  $i$ -м году;

$P_j$  — охват вакцинацией в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ ).

$НН_j^i$  — новые случаи заболевания при изменённой схеме вакцинации в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ ) в  $i$ -м возрасте:

$$НН_j^i = N_j^i * \frac{Ч_j^i - ЧЧ_j^i}{Ч_j^i} - 13,2\% * N_j^i$$

(формула 2),

где  $Н_j^i$  — потенциальное число заболеваний при текущей схеме вакцинации в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ ) в  $i$ -м возрасте;

$ЧЧ_j^i$  — потенциальное число человек, у которых будет выработан поствакцинальный иммунитет и которые не заболеют в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ ) в  $i$ -м возрасте;

$Ч_j^i$  — прогнозное значение численности населения соответствующего возраста в  $j$ -м году ( $j=2020...2035$ ) в  $i$ -м возрасте.

Алгоритм расчётов состоял из нескольких этапов, представленных в виде блок-схемы на рисунке 1.

Затем из прогнозной возрастной численности населения в соответствующем году вычитали число потенциально приобретших поствакцинальный иммунитет с учётом его годового снижения. В отношении оставшегося населения предполагали, что его ежегодная повозрастная заболеваемость соответствует заболеваемости при текущей схеме вакцинации. С учётом всех перечисленных факторов влияния прогнозировали ежегодную заболеваемость менингококковой инфекцией в разных возрастных группах. Прогноз ежегодного числа смертей в связи с заболеваемостью менингитом при каждом сценарии делался с использованием зависимостей, лежащих в основе расчётов проекта «Глобальное бремя болезней».

На основе полученных эпидемиологических показателей проводился расчёт монетарного эквивалента экономического ущерба и оценивалась вели-

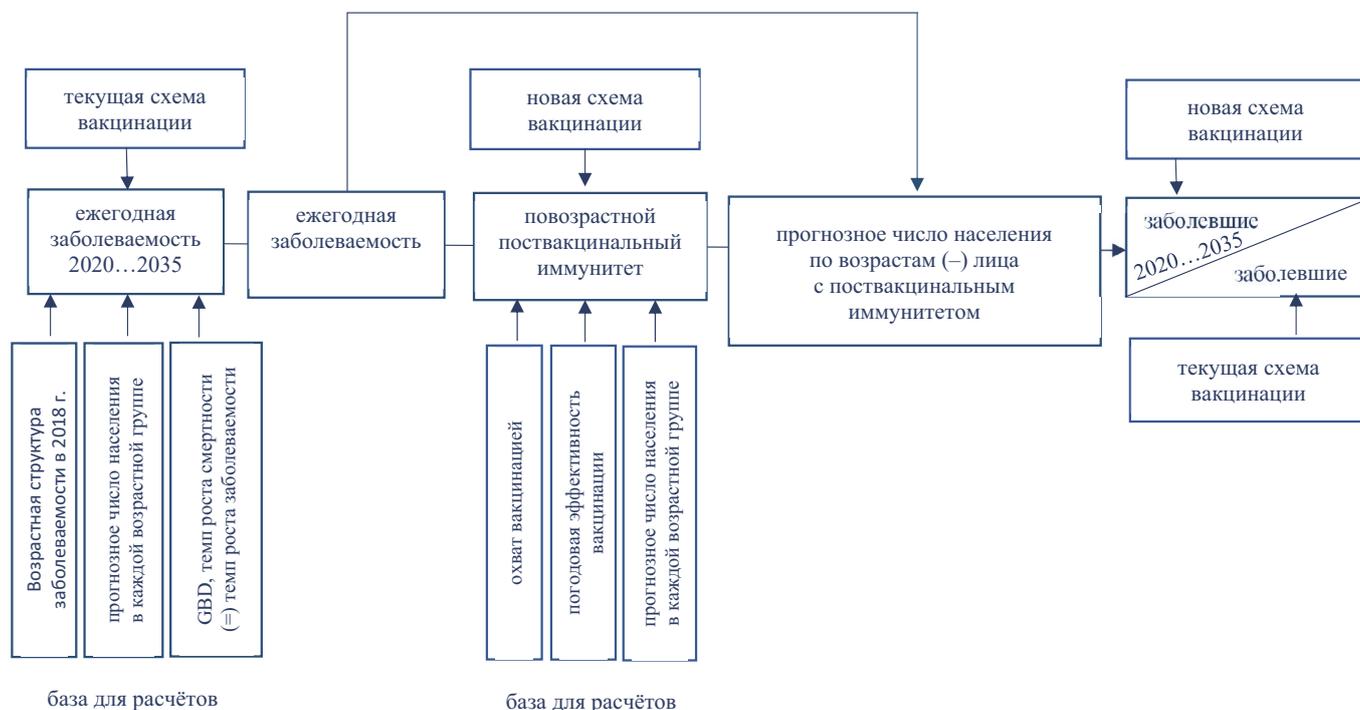


Рис. 1. Схема расчёта прогнозного эпидемиологического бремени менингококковой инфекции  
 Fig. 1. Scheme for epidemiological prognosis of meningococcal infection

чина его предотвращения при включении в НКПП вакцинации детей в 9 и 12 месяцев. С этой целью использовали расчётную величину средней стоимости статистического года жизни с учётом актуальных и прогнозируемых экономических параметров [17].

При расчёте предотвращённых потерь исходили из предположения, что после вакцинации (с учётом длительности иммунитета и скорректированной заболеваемости в возрастной когорте после иммунизации) потенциальная продолжительность жизни будет аналогична предполагаемому среднему возрасту дожития для данной возрастной когорты [16].

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате проведённых расчётов, экстраполируя прогнозные данные проекта «Глобальное бремя болезней» для условий Российской Федерации и учитывая недооценку случаев болезни в 3,1 раза в возрасте старше 6 лет, можно ожидать, что при сохранении сложившегося алгоритма вакцинации прогноз клинических случаев менингококковой инфекции будет следующим (табл. 1).

При этом включение в НКПП вакцинации детей в 9 и 12 месяцев приведёт к уменьшению прогнозируемого числа клинических случаев заболевания (табл. 2).

Таблица 1

### Прогноз случаев менингококковой инфекции при действующем НКПП (базовый сценарий)

Table 1

#### Prognosis of meningococcal infection cases based on the current National calendar of vaccination (baseline scenario)

Год после вакцинации / возраст (лет) Year after vaccination / age (years)	1-й год 1-st	2-й год 2-d	3-й год 3-d	4-й год 4-th	5-й год 5-th	6-й год 6-th	7-й год 7-th	8-й год 8-th	9-й год 9-th	10-й год 10-th
0–1	116	125	119	113	108	103	98	93	89	86
2	192	207	197	188	179	170	162	155	148	142
3	43	46	40	38	38	37	35	33	32	31
4	43	47	45	40	38	38	36	34	33	32
5	43	47	46	45	40	38	37	35	33	32
6	43	46	46	46	45	40	38	36	35	33
7	49	54	50	46	43	40	34	31	30	28
8	46	51	50	46	43	41	38	32	30	29
9	46	48	47	46	43	41	39	36	32	30
10	46	48	44	44	43	40	39	37	35	31
11	43	48	45	41	41	40	38	37	36	35
12	40	45	44	41	38	38	38	37	36	35
13	40	42	42	41	38	36	36	37	36	35
14	40	42	39	39	38	36	34	35	36	35
15	44	47	44	42	42	40	37	34	34	34
16	43	47	44	42	39	38	37	35	32	32
17	40	45	44	42	39	35	35	35	33	30
18	17	16	17	17	17	17	16	17	17	17
19	16	16	16	17	17	17	16	16	16	17
20	16	16	16	16	17	17	16	16	15	16
21	16	16	15	16	16	16	16	16	15	15
22	17	16	16	15	16	15	16	16	16	15
23+	1 321	1 303	1 268	1 250	1 233	1 203	1 154	1 115	1 085	1 067
<b>ВСЕГО</b>	<b>3 543</b>	<b>3 572</b>	<b>3 462</b>	<b>3 388</b>	<b>3 320</b>	<b>3 223</b>	<b>3 090</b>	<b>2 982</b>	<b>2 894</b>	<b>2 835</b>

Примечание: за 1-й год взяты официальные данные по количеству заболеваний в 2019 г.  
Note: for the 1st year, official data on the number of diseases in 2019 were taken.

Таблица 2

Прогноз случаев менингококковой инфекции при включении в НКПП вакцины для профилактики менингококковых инфекций серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной для детей в возрасте 9–12 месяцев

Table 2

Case-prognosis of meningococcal infection after inclusion of meningococcal conjugate vaccine for serogroups A, C, W, and Y into the National calendar of vaccination for children 9–12 months old

Год после вакцинации / возраст (лет) Year after vaccination / age (years)	1-й год 1-st	2-й год 2-d	3-й год 3-d	4-й год 4-th	5-й год 5-th	6-й год 6-th	7-й год 7-th	8-й год 8-th	9-й год 9-th	10-й год 10-th
0–1	26	26	25	22	24	19	21	21	20	19
2	192	136	70	64	62	59	53	50	50	49
3	43	46	17	16	14	12	13	11	11	11
4	43	47	45	17	16	16	13	13	12	12
5	43	47	46	45	20	20	20	19	17	15
6	43	46	46	46	45	40	38	36	35	33
7	49	54	50	46	43	40	34	31	30	28
8	46	51	50	46	43	41	38	32	30	29
9	46	48	47	46	43	41	39	36	32	30
10	46	48	44	44	43	40	39	37	35	31
11	43	48	45	41	41	40	38	37	36	35
12	40	45	44	41	38	38	38	37	36	35
13	40	42	42	41	38	36	36	37	36	35
14	40	42	39	39	38	36	34	35	36	35
15	44	47	44	42	42	40	37	34	34	34
16	43	47	44	42	39	38	37	35	32	32
17	40	45	44	42	39	35	35	35	33	30
18	17	16	17	17	17	17	16	17	17	17
19	16	16	16	17	17	17	16	16	16	17
20	16	16	16	16	17	17	16	16	15	16
21	16	16	15	16	16	16	16	16	15	15
22	17	16	16	15	16	15	16	16	16	15
23+	1 321	1 303	1 268	1 250	1 233	1 203	1 154	1 115	1 085	1 067
<b>ВСЕГО</b>	<b>2 269</b>	<b>2 247</b>	<b>2 089</b>	<b>2 008</b>	<b>1 943</b>	<b>1 877</b>	<b>1 797</b>	<b>1 731</b>	<b>1 677</b>	<b>1 640</b>

В таблице 3 представлены расчётные данные о случаях смерти от менингококковой инфекции при сохранении текущей практики вакцинации и при включении вакцинопрофилактики в НКПП. Очевидно, что она существенным образом снижает вероятность смертельного исхода. В среднем по всей популяции в течение 10 лет после вакцинации рассчитано снижение смертности от менингококковой инфекции на 56 %. При дальнейших расчётах прогнозные показатели снижения числа летальных исходов выходят на плато и колеблются в пределах 58–60 % в течение горизонта моделирования, что свидетельствует о высокой эффективности вакцинопрофилактики в детском возрасте. Наиболее заметное потенциальное снижение

смертности от менингококковой инфекции наблюдается в нескольких возрастных группах: у детей младше 5 лет и у подростков-взрослых в возрасте 15–49 лет, т. е. практически у лиц трудоспособного возраста.

Эти смоделированные данные совпадают с реальными результатами, полученными в других странах [19]. Предотвращение заболевания менингококковой инфекцией, тяжёлых её случаев, как и смертельных исходов, осуществлённое рассматриваемой вакциной у детей первого года жизни, в течение первых 5 лет обеспечило снижение общей заболеваемости на 53 % (с 0,8 до 0,38 случая на 100 тыс.) у всего населения, а у детей первого года жизни на 65 % (с 17 до 6 случаев на 100 тыс.) [19].

Таблица 3

**Прогноз потенциального сохранения жизни при вакцинации детей  
от менингококковой инфекции в Российской Федерации**

Table 3

**Life-save prognosis due to vaccination of children against meningococcal infection in the Russian Federation**

Годы после вакцинации / Year after vaccination	Всё население / All population	Возраст младше 5 лет / Age less 5 years	Возраст 5–14 лет / Age 5–14 years	Возраст 15–49 лет / Age 15–49 years	Возраст 50–69 лет / Age 50–69 years	Возраст 70 лет и старше / Age 70+ years
1	187 / 91	28 / 23	5 / 3	68 / 31	74 / 29	12 / 5
2	178 / 93	26 / 17	5 / 3	66 / 30	70 / 28	12 / 5
3	169 / 75	23 / 12	4 / 3	63 / 29	67 / 26	11 / 5
4	161 / 70	22 / 10	4 / 3	61 / 28	64 / 25	11 / 4
5	154 / 66	20 / 8	4 / 3	58 / 26	61 / 24	10 / 4
6	146 / 62	19 / 7	4 / 3	56 / 25	59 / 23	9 / 4
7	139 / 59	17 / 7	4 / 2	53 / 24	56 / 22	9 / 4
8	133 / 56	16 / 6	3 / 2	51 / 23	54 / 21	8 / 4
9	127 / 54	14 / 6	3 / 2	49 / 22	52 / 20	8 / 4
10	122 / 52	13 / 5	3 / 2	47 / 21	50 / 20	8 / 3

*Примечания:* в числителе — количество смертельных исходов при менингококковой инфекции при текущем варианте вакцинации, в знаменателе — при включении вакцины против менингококковой инфекции в календарь прививок. За 1-й год взяты официальные данные по количеству смертей в 2019 г.

*Notes:* in the numerator — the number of deaths in meningococcal infection with the current version of vaccination, in the denominator — when the vaccine against meningococcal infection is included in the vaccination calendar. For the 1st year, official data on the number of deaths in 2019 were taken.

Таблица 4

**Монетарный эквивалент потенциальных выгод при включении вакцинации от менингококковой инфекции в НКПП**

Table 4

**Monetary equivalent of the potential benefits due to vaccination against meningococcal infection inclusion into calendar**

Годы / Years	Потенциальный выигрыш в эквиваленте стоимости лет жизни от предотвращённых случаев болезни (млн руб.) / Potential gain in the equivalent of the cost of years of life from prevented cases of the disease (million rubles)	Потенциальный выигрыш в эквиваленте стоимости лет жизни от предотвращённых случаев смерти (млн руб.) / Potential gain in the equivalent of the cost of years of life from prevented deaths (million rubles)	Общий монетарный выигрыш общества в метриках сохранённых лет жизни из-за предотвращённой смерти и болезни (млн руб.) / The total monetary gain of the society in the metrics of saved years of life due to prevented death and illness (million rubles)	Прогнозная численность вакцинуемых детей (9 и 12 мес.) при 95%- ном охвате от их числа / The prognosis amount of vaccinated children (9 and 12 months) with 95 % coverage
1	152,187	6 289,279	6 441,466	1 533 253
2	318,588	6 505,679	6 824,268	1 506 437
3	490,289	6 756,131	7 246,421	1 357 080
4	545,030	6 794,876	7 339,906	1 338 063
5	579,424	6 799,370	7 378,794	1 291 259
6	585,550	6 746,890	7 332,339	1 224 071
7	583,844	6 693,516	7 277,360	1 184 346
8	582,754	6 652,244	7 234,999	1 142 937
9	578,898	6 621,642	7 200,541	1 127 842
10	576,361	6 611,823	7 188,184	1 121 011

*Примечание:* за 1-й год взяты данные за 2019 г.

*Note:* For the 1-st year data for 2019 y were taken.

Полученные показатели могут быть выражены в метриках лет потерянной жизни в соответствии с ранее рассчитанными величинами (41,97 года для случая смерти и 2,94 года для случая болезни). Соотнесение суммарных эпидемиологических выгод, выраженных в годах предотвращённых лет потерянной жизни, с прогнозной стоимостью статистического года жизни даёт следующие результаты: уже начиная с 1-го года вакцинации детей общество получает почти 6,5 млрд монетарного выигрыша в метриках сохранённых лет жизни. А всего за 10 лет после вакцинации он, по нашим расчётам, должен составить более 70 млрд руб.

Сопоставление прогнозной численности детей в возрасте до 1 года (оптимистичный сценарий) и стоимости вакцины для профилактики менингококковых инфекций серогрупп А, С, W, Y, полисахаридной, конъюгированной показывает, что паритет затрат на вакцинацию и общественных выгод может быть достигнут при внедрении вакцинации детей первого года жизни против менингококковой инфекции начиная с охвата 68,7 % и постепенном достижении полного покрытия когорты и сохранения его на протяжении остального прогнозного периода.

Проведённые модельные расчёты показывают, что потенциальные эпидемиологические и экономические выгоды включения вакцинопрофилактики менингококковой инфекции в НКПП весьма существенны. Нами ранее показано, что двукратная вакцинация детей в возрасте до 12 месяцев в сравнении с её отсутствием в текущей практике окажет наибольшее влияние на снижение прогнозируемого числа клинических случаев заболевания именно в этой возрастной когорте и составит 89 % в горизонте пятнадцати лет. Не меньший эффект ожидается и в возрастных когортах 1–2 года (-84,5 %) и 3–6 лет (-73,6 %) [8]. С учётом того, что доля детей от 0 до 6 лет в структуре заболевших составляет 49,8 %, а риск летального исхода тем выше, чем меньше возраст заболевшего ребёнка, вакцинацию детей до года следует считать решением задачи по снижению частоты случаев генерализованной менингококковой инфекции и улучшением эпидемиологической безопасности страны.

#### Выводы / Conclusions:

1. Созданная модель позволяет прогнозировать динамику заболеваемости и смертности при менингококковой инфекции с временным горизонтом не менее 10 лет при сохраняющейся методике иммунопрофилактики и при расши-

рении НКПП в целях иммунизации детей первого года жизни четырёхвалентной конъюгированной вакциной против менингококковой инфекции.

2. Расходы на вакцинопрофилактику четырёхвалентной конъюгированной вакциной против менингококковой инфекции у детей первого года жизни при определённых условиях становятся экономически оправданными в сопоставлении с монетарным эквивалентом общественного выигрыша, получаемого от включения прививки в НКПП.
3. Возможная величина общественного выигрыша от вакцинации детей первого года жизни может превысить 70 млрд руб.

#### Ограничения исследования / Limitations of the study

Принятый для расчётов прогноз численности детей до 1 года, а также принятые допущения относительно уровня инфляции и сохранения структуры социально ориентированных расходов могут измениться с течением времени. Учитывая тенденцию нарастания социальных расходов в последние годы и снижение рождаемости, можно предположить, что смещение будет происходить в сторону увеличения выгод от предотвращаемых потерь лет жизни. Тем самым уже в ближайшие годы оценка условного «возврата на инвестиции» при включении вакцинации от МИ в НКПП может оказаться более существенной, чем представлена в этой работе.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ADDITIONAL INFORMATION

**Конфликт интересов.** Исследование выполнено при поддержке АО «Санофи Россия» в 2021 г, при этом получены независимые результаты.

**Conflict of interests.** This work has been made by Sanofi Russia support, independent results were received.

**Участие авторов.** Попович Л. Д. — концепция исследования, написание рукописи, редактирование; Вахрушева Д. А. — сбор материала, обработка данных, моделирование; Светличная С. В. — сбор материала, обработка материала, анализ, моделирование.

**Participation of authors.** Popovich LD — conception of study, manuscript writing and editing; Vakhruшева DA — collection and data processing, modelling; Svetlichnaya SV — collection, analysis and data processing, modelling.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ  
ABOUT the AUTHORS**Попович Лариса Дмитриевна***Автор, ответственный за переписку*

e-mail: popovichld@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4566-8704>

к. б. н., директор Института экономики здравоохранения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Вахрушева Дарья Александровна**

эксперт Института экономики здравоохранения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Светличная Светлана Валентиновна**

главный эксперт Института экономики здравоохранения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Popovich Larissa D.***Corresponding author*

e-mail: popovichld@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4566-8704>

PhD Biological Sci., Head of Institute of Health Care Economics in the National Research University “Higher Scholl of Economics”, Moscow, Russia

**Vakhrusheva Darya A.**

Expert of Institute of Health Care Economics in the National Research University “Higher Scholl of Economics”, Moscow, Russia

**Svetlichnaya Svetlana V.**

Chief expert of Institute of Health Care Economics in the National Research University “Higher Scholl of Economics”, Moscow, Russia

## Список литературы / References

- Caugant DA, Brynildsrud OB. Neisseria meningitidis: using genomics to understand diversity, evolution and pathogenesis. *Nat Rev Microbiol*. 2020;18(2):84–96. doi: 10.1038/s41579-019-0282-6
- Parikh SR, Campbell H, Bettinger JA et al. The everchanging epidemiology of meningococcal disease worldwide and the potential for prevention through vaccination. *J Infect*. 2020;81(4):483–98. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.079
- Баранов А. А., Намазова-Баранова Л. С., Таточенко В. К. и др. Иммунопрофилактика менингококковой инфекции у детей. *Федеральные клинические рекомендации*. – М., 2017. – 21 с. [Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Tatochenko VK et al. Immunoprofilaktika meningokokkovoy infektsii u detey. *Federalnyye klinicheskiye rekomendatsii*. Moscow, 2017. (In Russ).].
- Рудакова А. В., Вильниц А. А., Харит С. М., Лобзин Ю. В. Фармакоэкономические аспекты вакцинации детей первого года жизни против менингококковой инфекции в РФ. *Журнал инфектологии*. 2021;13(4):113–20. [Rudakova AV, Vilnits AA, Kharit SM, Lobzin YuV. Cost-effectiveness of meningococcal vaccination of infants in the Russian Federation. *J Infect*. 2021;13(4):113–20. (In Russ).]. doi: 10.22625/2072-6732-2021-13-4-113-120
- Приказ Минздрава России № 112-н от 06.12.2021 «Об утверждении национального календаря профилактических прививок, календаря прививок по эпидемическим показаниям и порядка проведения профилактических прививок». [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 112-n dated 06.12.2021 “On the approval of the National calendar of preventive vaccinations, the calendar of vaccinations for epidemic indications and the procedure for preventive vaccinations”. (In Russ).]. Доступно по: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112200070>. Ссылка активна на 10.02.2022.
- Gómez JA, Malbrán PW, Vidal G et al. Estimation of the real burden of invasive meningococcal disease in Argentina. *Epidemiol Infect*. 2019;147:e311. doi: 10.1017/S0950268819002024
- <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/meningococcal-meningitis>. Ссылка активна на 15.02.2022.
- Брико Н. И., Волкова О. И., Королева И. С. и др. Оценка потенциальных выгод вакцинации против менингококковой инфекции детей в 9 и 12 месяцев с использованием прогнозируемой математической модели. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2020;19(5):84–92. [Briko NI, Volkova OI, Korolyova IS et al. Estimation of the Potential Benefits of Meningococcal Vaccination in Children at 9 and 12 Months of Age Using a Predictive Mathematical Model. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2020;19(5):84–92. (In Russ).]. doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-5-84-92
- Cohen R, Ashman M, Taha MK et al. Pediatric Infectious Disease Group (GPIP) position paper on the immune debt of the COVID-19 pandemic in childhood, how can we fill the immunity gap? *Infect Dis Now*. 2021;51(5):418–23. doi: 10.1016/j.idnow.2021.05.004
- Mbaeyi SA, Bozio CH, Duffy J et al. Meningococcal Vaccination: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices, United States, 2020. *MMWR Recomm Rep*. 2020;69(9):1–41. doi: 10.15585/mmwr.rr6909a1
- Álvarez G, Cilleruelo O, Álvarez J et al.; Comité Asesor de Vacunas de la Asociación Española de Pediatría (CAV-AEP). Immunisation schedule of the Spanish Association of Paediatrics: 2020 recommendations. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2020;92(1):52.e1–52.e10. doi: 10.1016/j.anpedi.2019.10.007
- Данные учётной и отчётной документации Роспотребнадзора за 2011–2019 гг. (форма федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», годовая). [Data of accounting and reporting documentation of Rospotrebnadzor for 2011–2019 (Federal statistical observation Form No. 2 “Information on infectious and parasitic diseases”, annual). (In Russ).]. Доступно по: <https://www.rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/>. Ссылка активна на 22.01.2022.
- Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019; a GBD 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204–22. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). Global Life Expectancy, All-Cause Mortality, and Cause-Specific Mortality Forecasts 2016–2040. Доступно по: <http://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/global-life-expectancy-all-cause-mortality-and-cause-specific-mortality-forecasts-2016-2040>. Ссылка активна на 21.11.2021.
- Cohn AC, MacNeil JR, Clark TA et al.; Centers for Disease Control and Prevention. Prevention and control of meningococcal disease: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep*. 2013;62(RR-2):1–28.
- Федеральная служба государственной статистики. [The Federal Statistical Service. (In Russ).]. Доступно по: <https://www.gks.ru/folder/12781>. Ссылка активна на 22.11.2021.
- Минэкономразвития России. О прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года (Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года Минэкономразвития России (базовый сценарий)). [The Ministry of Economic Development of Russia. On the forecast of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2036 (Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2036 by the Ministry of Economic Development of Russia (baseline scenario)). (In Russ).]. Доступно по: <http://old.economy.gov.ru/minec/about/structure/depmacro/201828113>. Ссылка активна на 22.11.2021.
- Казначейство России. [Treasury of Russia. (In Russ).]. Доступно по: <https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzhetov/>. Ссылка активна на 23.11.2021.
- Graña MG, Cavada G, Vasquez M et al. Modeling the public health impact of different meningococcal vaccination strategies with 4CMenB and MenACWY versus the current toddler MenACWY. National Immunization Program in Chile. *Hum Vaccin Immunother*. 2021;17(12):5603–13. doi: 10.1080/21645515.2021.1996808