

# Современные методы диагностики инфекций, передаваемых половым путем

А.С. Коновалов<sup>1</sup>, А.В. Ходяков<sup>1</sup>, А.Г. Зуева<sup>2</sup>,  
Г.Х. Хайруллина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «НекстБио», Москва

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов,  
Москва

В статье описаны возбудители урогенитального трихомониаза, гонококковой и хламидийной инфекции, а также инфекции, вызванной *M. genitalium*. Приведены существующие методы диагностики *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium* и *T. vaginalis*. Проведен сравнительный анализ описанных методов на основании российских и зарубежных рекомендаций, а также исследований, проведенных по всему миру.

**Ключевые слова:** инфекции, передаваемые половым путем, *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium*, *T. vaginalis*, урогенитальный трихомониаз, гонорея, хламидийная инфекция, молекулярно-биологические методы, микроскопия, культуральное исследование, полимеразная цепная реакция.

## Modern Methods of Diagnostics of Sexually Transmitted Infections

A.S. Konovalov<sup>1</sup>, A.V. Khodyakov<sup>1</sup>, A.G. Zueva<sup>2</sup>,  
G.Kh. Khayrullina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NextBio Ltd., Co., Moscow

<sup>2</sup>RUDN University, Moscow

The article describes the etiological agents of urogenital trichomoniasis, gonorrhoea, chlamydial and *M. genitalium* infections. Actual methods of diagnosing *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium* and *T. vaginalis* are reviewed. Comparative analysis of these methods based on Russian and foreign recommendations and world research date is made.

**Keywords:** sexually transmitted infections, *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium*, *T. vaginalis*, urogenital trichomoniasis, gonorrhoea, chlamydial infection, molecular biological methods, microscopy, culture, PCR.

По данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) более 1 млн человек в день заражается одной из инфекций, передаваемых половым путем (ИППП). Известно более 30 бактерий, вирусов и паразитов, который могут передаваться через половые контакты. Многие из них при правильной и своевременной диагностике поддаются лечению. Отсутствие или не соответствующее лечение таких невирусных ИППП, как *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. genitalium* и *T. vaginalis*, может привести к возникновению уретритов и эпидидимитов у мужчин и уретритов, цервицитов и ВЗОМТ у женщин. Ключом к назначению необходимого лечения является правильная диагностика заболевания.

## Урогенитальный трихомониаз

*Trichomonas vaginalis* – наиболее распространенный этиологический агент среди невирусных инфекций, передаваемых половым путем (ИППП) [1]. Несмотря на то что *T. vaginalis* может быть причиной аномальных вагинальных выделений (трихомониазов), у женщин эта инфекция может протекать бессимптомно в 50% случаев. В связи с особенностями физиологии инфекция, вызванная *T. vaginalis* на 22–72% чаще встречается у женщин, нежели у мужчин [2]. Последствиями трихомониаза могут быть неблагоприятные исходы беременности, воспалительные заболевания органов малого таза (сальпингоофорит, эндометрит), цистит, а также увеличение риска передачи и приобретения ВИЧ [1, 3]. Диагностика урогенитального трихомониаза проводится на основании симптомов (гиперемия и отечность слизистой оболочки вульвы, влагалища, серо-желтые, жидкие пенистые вагинальные выделения с неприятным запахом, эрозивно-язвенные поражения слизистой оболочки половых органов, кожи внутренней поверхности бедер, петехиальные кровоизлияния на слизистой оболочке влагалищной части шейки матки («клубничная» шейка матки)) с последующей верификацией результатами лабораторных исследований [3].

Наличие *T. vaginalis* может быть установлено на основании микроскопического исследования нативного препарата, или «влажного мазка» (фазово-контрастная или темнопольная микроскопия) [3]. Этот метод удобен тем, что может быть проведен в клинических условиях и в краткие сроки, а также не требует большого количества специализированного оборудования. Но обладает низкой чувствительностью – 38–70% [4–7]. Низкая чувствительность может быть объяснена тем, что клетки *T. vaginalis* плохо реагируют на смену температурного режима и теряют подвижность уже через 10 мин после получения образца, а поскольку подвижность является отличительной особенностью, то ее потеря может привести к ложноотрицательным результатам. По размеру трихомонады очень легко перепутать с лимфоцитами, которые появляются вследствие иммунного ответа. К тому же количество клеток *T. vaginalis* может быть недостаточным для выявления этим методом [1].

Культуральный метод по сравнению с микроскопическим исследованием имеет большую чувствительность [5, 6], но при этом он гораздо более трудоемкий и длительный. Для проведения культурального исследования требуется 5–7 дней и для фиксации результатов – микроскопическое исследование.

Молекулярно-биологические методы (МБМ) основаны на детекции специфической РНК и/или ДНК *T. vaginalis*. МБМ детекции *T. vaginalis* обладают высокой чувствительностью и специфичностью – 88–97% и 98–100%, соответственно [8–11]. Для проведения исследования некоторыми МБМ (такими как ПЦР и ПЦР в реальном времени) не обязательно, чтобы клетки *T. vaginalis* были живыми, что значительно упрощает хранение и транспортировку биоматериала, это и высокая чувствительность методов позволяет использовать гораздо больше типов биоматериала для анализа, чем микроскопическое и культуральное исследования [1]. Еще одним важным преимуществом МБМ является их универсальность. Для определения фрагментов нуклеиновой кислоты (НК) *T. vaginalis* может быть использован не только тот же самый образец биоматериала, который был получен для выявления других ИППП, та-

ких как *C. trachomatis* или *N. gonorrhoeae*, но и образец уже очищенной НК. Также исследование по выявлению *T. vaginalis* может проводиться одновременно в том же приборе, что и выявление других инфекций, при использовании мультиплексной ПЦР [8].

Таким образом, МБМ, в частности мультиплексная полимеразная цепная реакция (ПЦР) в реальном времени, – один из наиболее оптимальных по времени, ресурсам и диагностическим характеристикам, методов для выявления *T. vaginalis*. Для нашей страны наиболее экономически выгодными являются отечественные разработки. Такой разработкой является набор реагентов для качественного и количественного определения ДНК *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma genitalium* и *Trichomonas vaginalis* методом ПЦР с детекцией в режиме «реального времени» (АмплиПрайм® NCM(T)), разрабатываемый в рамках реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации/Минобрнауки России по договору №03.G25.31.0226 от 03.03.2017 г.

### Новые методы диагностики ИППП

*T. vaginalis* – не единственная агент среди невирусных ИППП, который может вызывать появление дискомфорта и выделений, присутствие *N. gonorrhoeae*, *C. trachomatis* и *M. genitalium* также могут лежать в основе подобных процессов. За последние десятилетия появилось множество новых методов диагностики ИППП [12–17]. Многие из них демонстрируют высокие диагностические характеристики: СРА (Cross-priming amplification) – 93,7–98,2% и 100%, петельная изотермическая амплификация (LAMP – Loop-mediated amplification) – 94,7–95% и 85,7%, диагностическая чувствительность и специфичность, соответственно [12–15]. Некоторые методы обладают преимуществами перед «классическими» методами выявления ИППП. Методика диагностики *N. gonorrhoeae*, *C. trachomatis* с помощью биосенсоров может быть реализована на портативном аппарате, что позволит выявлять эти ИППП вне лаборатории, например, в тех областях и странах, где лаборатории труднодоступны [16]. СРА позволяет детектировать наличие или отсутствие *N. gonorrhoeae* или *C. trachomatis* «невооруженным» глазом по соответствующему окрашиванию, что делает этот метод простым в использовании [12].

### Гонококковая и хламидийная инфекции

Гонококковая инфекция – заболевание, вызываемое грамотрицательными бактериями *Neisseria gonorrhoeae* [1]. Асимптоматичное течение болезни наблюдается по крайней мере у 50% женщин, и намного реже у мужчин [1]. В случаях, когда *N. gonorrhoeae* не была диагностирована и, соответственно, не было назначено лечение либо при не соответствующем лечении инфекция может распространиться и вызвать такие осложнения, как воспалительные заболевания органов малого таза (ВЗОМТ), внематочная беременность и бесплодие. Диагностика гонореи основывается на выявлении *N. gonorrhoeae* в генитальных и экстра-генитальных выделениях. На сегодняшний день в Российской Федерации выявление *N. gonorrhoeae* рекомендовано проводить одним из трех методов: микроскопическим исследованием препарата, окрашенного 1% раствором метиленового синего и по Граму, культуральным исследованием с использованием селективных питательных сред и определением ферментативных свойств *N. gonorrhoeae* и МБМ, направленными на обнаружение спе-

цифических фрагментов ДНК и/или РНК *N. gonorrhoeae* [3]. Грамотрицательные диплококки внутри полиморфоядерных лейкоцитов (ПМЯЛ) при правильном приготовлении и обработке образцов из некоторых видов биоматериала при микроскопическом исследовании могут быть обнаружены с чувствительностью до 95% и специфичностью до 97% [1, 3, 18, 19]. Такие высокие показатели диагностических характеристик были определены для симптомоватичных мужчин с уретральными выделениями. Для женских образцов, полученных из цервикального канала только 40–60% образцов, положительных на основании культурального теста, были выявлены с помощью микроскопии. Для этого типа биоматериала также характерно наличие ложноположительных результатов, что приводит к 80–95% специфичности этого метода в зависимости от опыта сотрудника, проводящего микроскопическое исследование. Для ректальных и фарингиальных образцов этот метод вообще не рекомендован вследствие его низкой чувствительности из-за большого количества другой флоры в таких образцах [1].

Многие десятилетия культуральное исследование *N. gonorrhoeae* считалось «золотым стандартом» диагностики как генитальной, так и экстрагенитальной гонореи. Культуральное исследование – высокоспецифичный и высокочувствительный метод, который также позволяет проводить исследование антибиотикорезистентности штаммов *N. gonorrhoeae*. Но в последние два десятилетия для обнаружения ДНК и/или РНК *N. gonorrhoeae* были успешно разработаны и внедрены методы амплификации нуклеиновых кислот (МАНК). МАНК относятся к МБМ и в основном обладают более высокой чувствительностью по сравнению с культуральным исследованием, особенно в отношении фарингиальных и ректальных образцов [20, 21].

Не все разработанные МАНК определяют *N. gonorrhoeae* с достаточной чувствительностью, поэтому рекомендовано использовать тест-системы, разрешенные к медицинскому применению в Российской Федерации [22–26]. Наиболее удобными в этом отношении являются наборы реагентов на основе ПЦР в реальном времени, которые позволяют быстро получить достоверные результаты, содержащие достаточное количество контролей, которые исключают как ложноположительные, так и ложноотрицательные результаты, как например, «АмплиПрайм® NCM(T)».

Возбудителем хламидийной инфекции является грамотрицательная внутриклеточная бактерия – *Chlamydia trachomatis*. Различают большое количество серотипов *C. trachomatis*, серотипы D–K передаются половым путем, инфицируют эпителий гениталий и вызывают уретриты у мужчин и первичиты у женщин. Хламидийная инфекция опасна тем, что для нее характерно бессимптомное течение в 50% случаев у мужчин и до 90% случаев у женщин. Не выявленная и, соответственно, оставшаяся без надлежащего лечения, инфекция может вызывать эпидидимит у мужчин и ВЗОМТ у женщин.

До появления МБМ определение *C. trachomatis* проводили культуральным и серологическим методами. Ни один из этих методов на сегодняшний день не рекомендован для выявления *C. trachomatis* на территории РФ [3]. Для использования культурального метода необходимо наличие живых бактерий, а для этого нужны соответствующие условия транспортировки и хранения образцов, ограниченное количество клиник имеют лаборатории с соответствующими условиями. Серологические методы

имеют недостаточную чувствительность и специфичность, что может привести к большому количеству ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Такие методы, как метод прямой иммунофлуоресценции (ПИФ) и иммуноферментный анализ (ИФА) так же могут выявлять наличие *S. trachomatis*, но вследствие низкой чувствительности и недостаточной специфичности не могут быть использованы для диагностики хламидийной инфекции на территории нашей страны [3]. Наиболее удобным и быстрым методом диагностики *S. trachomatis* на сегодняшний день являются МАНК. МАНК используют ферменты для амплификации выбранного фрагмента ДНК и/или РНК, увеличивая количество молекул мишени до миллиардов копий [1]. Одним из самых удобных, простых, распространенных и доступных по цене МАНК является количественная ПЦР в реальном времени. Этот метод позволяет выявлять *S. trachomatis* с высокой чувствительностью – 81–100% и специфичностью – 100% [8, 27–31]. Среди множества наборов для проведения ПЦР в реальном времени с целью определения *S. trachomatis* наиболее экономичным по времени и финансам вариантами являются те, которые позволяют одновременно выявлять два, три или четыре возбудителя ИППП, таким и является набор реагентов «АмплиПрайм® NCM(T)».

### Диагностика инфекций, вызванных *M. genitalium*

*M. genitalium* – возможная причина возникновения не-гонококковых не-хламидийных уретритов у мужчин [32], у женщин инфекция, вызванная *M. genitalium*, в 2 раза повышает риск возникновения цервицитов, ВЗОМТ и спонтанных аборт [33]. Диагностика *M. genitalium* ограничена только МБМ, основанными на амплификации нуклеиновых кислот [1, 34] поскольку культивирование *M. genitalium* чрезвычайно длительное – несколько месяцев, сложное и обладает низкой чувствительностью [35]. На сегодняшний день ни серологические исследования, ни детекция антигенов не доказали возможность их использования для определения наличия *M. genitalium*. Среди МАНК наиболее часто используемыми методами являются ПЦР и ее модификации: ПЦР в реальном времени, количественная ПЦР, ТМА и НА-СБА.

### Выводы

На сегодняшний день существует множество методов, позволяющих выявлять *S. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *T. vaginalis* и *M. genitalium*. Среди всего многообразия методов есть как старые и проверенные, так и новейшие. Все они отличаются по удобству, возможности использования разных типов биоматериала, стоимости, скорости и что наиболее важно, по чувствительности и специфичности выявления ИППП. Среди всех этих методов можно выделить МАНК, как одни из наиболее надежных, практичных и позволяющих выявлять *S. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *T. vaginalis* и *M. genitalium* с высокими показателями диагностических характеристик.

### Литература

1. Laboratory diagnosis of sexually transmitted infections, including human immunodeficiency virus / edited by Magnus Unemo WHO. 2013; 228.
2. Shafir S.C., Sorvillo F.J., Smith L. Current issues and considerations regarding trichomoniasis and human immunodeficiency virus in African-Americans. *Clinical Microbiology Reviews*. 2009; 22 (1): 37–45.

3. Федеральные клинические рекомендации. Дерматовенерология 2015: Болезни кожи. Инфекции, передаваемые половым путем. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Деловой экспресс, 2016; 768. / Federal'nye klinicheskie rekomendacii. Dermatovenerologiya 2015: Bolezni kozhi. Infekcii, peredavaemye polovym putem. – 5-e izd., pererab. i dop. M.: Delovoj ehkspress, 2016; 768. [in Russian]
4. Radonjic I.V., Dzamic A.M., Mitrovic S.M., Arsic Arsenijevic V.S., Popadic D.M., Kranjic Zec I.F. Diagnosis of *Trichomonas vaginalis* infection: The sensitivities and specificities of microscopy, culture and PCR assay. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2006; 126 (1): 116–20.
5. Patil M.J., Nagamoti J.M., Metgud S.C. Diagnosis of *Trichomonas Vaginalis* from Vaginal Specimens by Wet Mount Microscopy, In Pouch TV Culture System, and PCR. *J Glob Infect Dis*. 2012; 4 (1): 22–5.
6. Nathan B., Appiah J., Saunders P., Heron D., Nichols T., Brum R., Alexander S., Baraitser P., Ison C. Microscopy outperformed in a comparison of five methods for detecting *Trichomonas vaginalis* in symptomatic women. *Int J STD AIDS*. 2015; 26 (4): 251–6.
7. Leli C., Castronari R., Levorato L., Luciano E., Pistoni E., Perito S., Bozza S., Mencacci A. Molecular sensitivity threshold of wet mount and an immunochromatographic assay evaluated by quantitative real-time PCR for diagnosis of *Trichomonas vaginalis* infection in a low-risk population of childbearing women. *Infez Med*. 2016; 24 (2): 112–6.
8. Romyantseva T., Golparian D., Nilsson C.S., Johansson E., Falk M., Fredlund H., Van Dam A., Guschin A., Unemo M. Evaluation of the new AmpliSens multiplex real-time PCR assay for simultaneous detection of *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma genitalium*, and *Trichomonas vaginalis*. *APMIS*. 2015; 123 (10): 879–86.
9. Van Der Pol B. *Trichomonas vaginalis* infections. In: Kumar B, Gupta S, eds. *Sexually transmitted infections*, 2nd ed. New Delhi, Elsevier, 2012; 602–609.
10. Huppert J.S. et al. Rapid antigen testing compares favorably with transcription-mediated amplification assay for the detection of *Trichomonas vaginalis* in young women. *Clinical Infectious Diseases*. 2007; 45 (2): 194–198.
11. Nye M.B., Schwebke J.R., Body B.A. Comparison of APTIMA *Trichomonas vaginalis* transcription-mediated amplification to wet mount microscopy, culture, and polymerase chain reaction for diagnosis of trichomoniasis in men and women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2009; 200 (2): 188.e1–188.
12. Yu B., An Y., Xu G., Shan H. Detection of *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* based on cross-priming amplification. *Lett Appl Microbiol*. 2016; 62 (5): 399–403.
13. Choopara, Arunrut Kiatpathomchai, Dean D., Somboonna N. Rapid and visual *Chlamydia trachomatis* detection using loop-mediated isothermal amplification and hydroxynaphthol blue. *Lett Appl Microbiol*. 2017; 64 (1): 51–56.
14. Jevtu evskaja J., Uusna J., Andresen L., Krölov K., Laanpere M., Grellier T., Tulp I., Langel J. Combination with antimicrobial peptide lyses improves loop-mediated isothermal amplification based method for *Chlamydia trachomatis* detection directly in urine sample. *BMC Infect Dis*. 2016; 16: 329.
15. Liu M.L., Xia Y., Wu X.Z., Huang J.Q., Guo X.G. Loop-mediated isothermal amplification of *Neisseria gonorrhoeae* porA pseudogene: a rapid and reliable method to detect gonorrhoea. *AMB Express*. 2017; 7 (1): 48.
16. Soler M., Belushkin A., Cavallini A., Kebbi-Beghdadi C., Greub G., Altug H. Multiplexed nanoplasmonic biosensor for one-step simultaneous detection of *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* in urine. *Biosens Bioelectron*. 2017; 94: 560–567.
17. Eboigbodin K.E., Hoser M.J. Multiplex Strand Invasion Based Amplification (mSIBA) assay for detection of *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae*. *Sci Rep*. 2016; 6: 20487.
18. Hananta I.P.Y., van Dam A.P., Bruisten S.M., van der Loeff M.F.S., Soebono H., Christiaan de Vries H.J. Value of light microscopy to diagnose urogenital gonorrhoea: a diagnostic test study in Indonesian clinic-based and outreach sexually transmitted infections services. *BMJ Open*. 2017; 7 (8): e016202.

19. Bhargava A., Bala M., Singh V., Joshi N.C., Kakran M., Puri P., Khunger N., Ramesh V., Saxena A.K. How Reliable Is Microscopy and Culture for the Diagnosis of Gonorrhoea? An 11-Year Experience from INDIA. *Sex Transm Dis.* 2017; 44 (2): 111–113.
20. Mimiaga M.J. et al. Gonococcal, chlamydia, and syphilis infection positivity among MSM attending a large primary care clinic, Boston, 2003 to 2004. *Sexually Transmitted Diseases*, 2009, 36 (8): 507–511.
21. Schachter J. et al. Nucleic acid amplification tests in the diagnosis of chlamydial and gonococcal infections of the oropharynx and rectum in men who have sex with men. *Sexually Transmitted Diseases*. 2008; 35 (7): 637–642.
22. Cook R.L., Hutchison S.L., Østergaard L., Braithwaite R.S., Ness R.B. Systematic Review: Non-invasive testing for Chlamydia trachomatis and Neisseria gonorrhoeae. *Ann Intern Med* 2005;142: 914–25.
23. Van der Pol B., Ferrero D.V., Buck-Barrington L., Hook E.W. 3rd, Lenderman C., Quinn T.C. et al. Multicenter evaluation of the BDProbeTec ET system for detection of Chlamydia trachomatis and Neisseria gonorrhoeae in urine specimens, female endocervical and male urethral swabs. *J Clin Microbiol* 2001; 39: 1008–16.
24. Walsh A., Rourke F.O., Crowley B. Molecular detection and confirmation of Neisseria gonorrhoeae in urogenital and extragenital specimens using the Abbott CT/NG RealTime assay and an in-house assay targeting the porA pseudogene. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2011 Apr; 30 (4): 561–7.
25. Shipitsyna E., Zolotoverkhaya E., Hjelmevoll S.O. et al. Evaluation of six nucleic acid amplification tests used for diagnosis of Neisseria gonorrhoeae in Russia compared with an international strictly validated real-time porA pseudogene polymerase chain reaction. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2009 Nov; 23 (11): 1246–53.
26. Цеслюк М.В., Гушчин А.Е., Савочкина Ю.А., Быков А.С., Шипулин Г.А. Сравнение методов лабораторной диагностики гонореи с применением «расширенного золотого стандарта». *Клиническая лабораторная диагностика.* 2008; 7: 48–53 / Ceslyuk M.V., Gushchin A.E., Savochkina YU.A., Bykov A.S., SHipulin G.A. Sravnenie metodov laboratornoj diagnostiki gonorei s primeneni-  
em "rasshirennoogo zolotogo standart". *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika.* 2008; 7: 48–53. [in Russian]
27. Golparian D., Hellmark B., Unemo M. Analytical specificity and sensitivity of the novel dual-target GeneProof Neisseria gonorrhoeae PCR kit for detection of N. gonorrhoeae. *APMIS.* 2015 Nov; 123 (11): 955–8.
28. Golparian D., Borång S., Sundqvist M., Unemo M. Evaluation of the New BD Max GC Real-Time PCR Assay, Analytically and Clinically as a Supplementary Test for the BD ProbeTec GC Qx Amplified DNA Assay, for Molecular Detection of Neisseria gonorrhoeae. *J Clin Microbiol.* 2015; 53 (12): 3935–7.
29. Geiger R., Smith D.M., Little S., Mehta S.R. Validation of the GeneXpert® CT/NG Assay for use with Male Pharyngeal and Rectal Swabs. *Austin J HIV AIDS Res.* 2016; 3 (1). pii: 1021.
30. Chow E.P., Lee D., Tabrizi S.N., Phillips S., Snow A., Cook S., Howden B.P., Petalotis I., Bradshaw C.S., Chen M.Y., Fairley C.K. Detection of Neisseria gonorrhoeae in the pharynx and saliva: implications for gonorrhoea transmission. *Sex Transm Infect.* 2016; 92 (5): 347–9.
31. Parra-Sánchez M., García-Rey S., Marcuello A., Zakariya-Yousef I., Bernal S., Pueyo I., Martín-Mazuelos E., Palomares J.C. Performance of the NG OligoGen kit for the diagnosis of Neisseria gonorrhoeae: comparison with cobas 4800 assay. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2016; 84 (1): 4–6.
32. Taylor-Robinson D., Jensen J.S. Mycoplasma genitalium: from chrysalis to multicolored butterfly. *Clin Microbiol Rev.* 2011; 24: 498–514.
33. Lis R., Rowhani-Rahbar A., Manhart L.E. Mycoplasma genitalium infection and female reproductive tract disease: a meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2015; 61:418–26.
34. Jensen J.S., Cusini M., Gomberg M., Moi H. 2016 European guideline on Mycoplasma genitalium infections. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2016; 30 (10): 1650–1656.
35. Jensen J.S., Hansen H.T., Lind K. Isolation of Mycoplasma genitalium strains from the male urethra. *Journal of Clinical Microbiology.* 1996; 34 (2): 286–291.

#### Сведения об авторах:

**Коновалов Андрей Сергеевич** – заместитель генерального директора по науке ООО «НекстБио», Москва

**Ходяков Андрей Владимирович** – генеральный директор ООО «НекстБио», Москва

**Зуева Анна Григорьевна** – аспирант кафедры инфекционных болезней с курсами эпидемиологии и физиатрии Российский университет дружбы народов, Москва

**Хайруллина Гузель Анваровна** – к.б.н., старший научный сотрудник, Российский университет дружбы народов, Москва