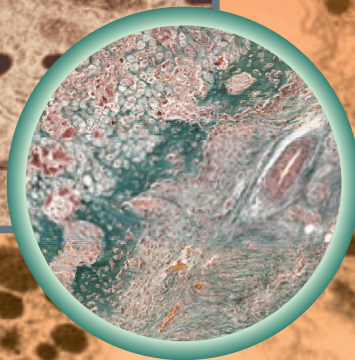
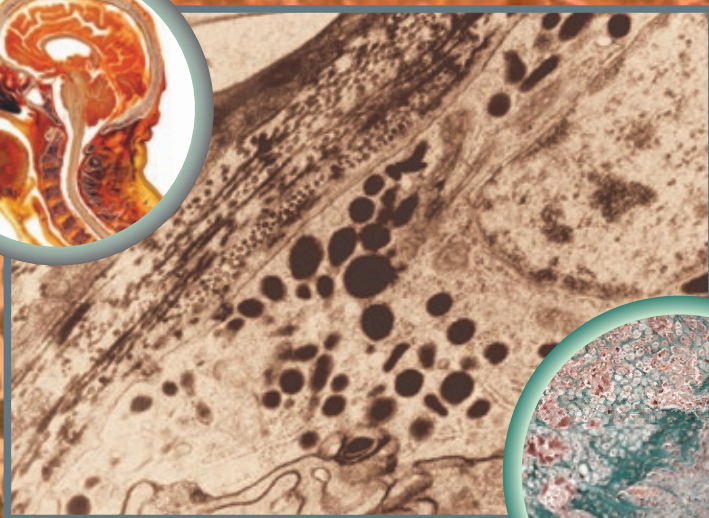
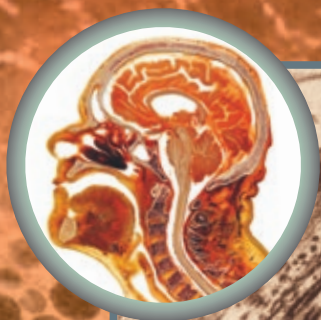


ВОПРОСЫ МОРФОЛОГИИ XXI века

Выпуск 7

Сборник трудов:

**«Инновационные технологии
в исследованиях, диагностике
и преподавании»**



СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. И. МЕЧНИКОВА

Вопросы морфологии XXI века

Выпуск 7

Сборник трудов:
«Иновационные технологии в исследованиях,
диагностике и преподавании»

Под редакцией Р. В. Деева, Д. А. Старчика, С. В. Костюкевича



Санкт-Петербург
2022

3. Создание электронного альбома по предмету с занесением разметки микропрепарата, описание макропрепарата и решение ситуационных задач. Формирование индивидуального электронного альбома происходит непосредственно на практическом занятии под контролем преподавателя. Альбом можно просмотреть в любое время с любого цифрового носителя.

4. Создание индивидуального рабочего места обучающегося — персональный компьютер с доступом к цифровой базе микропрепаратов и модулям практических занятий.

Обучающихся могут легко обмениваться знаниями, формировать базы данных и успешно усваивать материал. Это реально экономит время преподавателя, позволяя уделять его разбору материала, ситуационным задачам и тематическим дискуссиям. На сегодняшний день современное развитие образовательных технологий требует неперемennого участия цифрового оборудования.

Павлов А. В.

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ: ПОДХОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

*ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия*

Аннотация. На основе опыта практической реализации проекта по полномасштабному внедрению технологий виртуальной микроскопии в образовательную деятельность кафедр гистологии и патологической анатомии Ярославского государственного медицинского университета в качестве альтернативы традиционной световой микроскопии рассмотрены технологические, организационные и дидактические аспекты использования современных цифровых средств визуализации микрообъектов для обеспечения преемственности преподавания морфологических дисциплин на смежных теоретических и профильных клинических кафедрах, а также в системе дополнительного профессионального образования. Сформулированы приоритетные направления разработки и внедрения цифрового контента, направленные на формирование единого «цифрового микроскопического образовательного пространства» современного медицинского вуза — важного элемента повышения качества знаний студентов и развития творческого потенциала преподавателей.

Ключевые слова: медицинское образование, биология, гистология, патологическая анатомия, клиническая лабораторная диагностика, инфекционные болезни, цифровые технологии, виртуальная микроскопия.

Pavlov A. V.

EXPERIENCE IN DESIGNING A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT MEDICAL UNIVERSITY BASED ON VIRTUAL MICROSCOPY TECHNOLOGIES: APPROACHES, RESULTS, PROSPECTS

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Keywords: medical education, biology, histology, pathological anatomy, clinical laboratory diagnostics, infectious diseases, digital technologies, virtual microscopy

Введение. Начиная с XIX в. классическая световая микроскопия является стандартным инструментом исследования и преподавания микроскопических структур в нормальной и патологической гистологии. В XX в. ее методические возможности существенно расширились за счет появления новых технологических решений (фазово-контрастная, поляризационная и люминесцентная микроскопия, видеомикроскопия, цифровая микроскопия). Естественным развитием этого тренда явилось появление технических возможностей генерировать цифровые копии всего гистологического препарата с помощью нового поколения роботизированных устройств — сканеров гистологических препаратов. Данная методика цифровой визуализации получила в литературе название технологии WSI (Whole Slide Imaging), а проводимая на компьютере навигация по полученным оцифрованным образцам обозначается как виртуальная микроскопия; очень часто оба этих термина используются как синонимы [2, 11, 15]. В последнее десятилетие в сфере преподавания морфологических дисциплин использование данного подхода превратилось из важного дополнения к классической модели организации учебного процесса [8, 14] в реальную альтернативу традиционной световой микроскопии [4, 12, 13]. Пандемия COVID-19 предъявила новые вызовы системе медицинского образования и дала дополнительный импульс развития сегмента дистанционного обучения, основанного на максимально широком использовании WSI-технологий [9, 10].

К наиболее серьезным преимуществам виртуальной микроскопии следует отнести возможность стандартизации изображений микроструктур с высоким качеством и сохранения их неограниченное время, обеспечение массового доступа к качественным и редким препаратам, удобство интеграции файлов в образовательные программы не только внутри каждой дисциплины, но и на междисциплинарном уровне [2, 14]. Данные подходы открывают широкие перспективы для обеспечения реальной преемственности преподавания вопросов нормальной и патологической морфологии на смежных теоретических и профильных клинических кафедрах, а также в системе дополнительного профессионального образования. Задачей настоящей работы явилось проведение углубленного анализа и оценка перспектив развития данного направления цифровой трансформации высшего медицинского образования на основе опыта Ярославского государственного медицинского университета.

Опыт комплексного внедрения *WSI-технологий в образовательную деятельность медицинского вуза*. Полнофункциональное внедрение виртуальной микроскопии в качестве реальной альтернативы традиционным методам визуализации с помощью световой микроскопии является комплексной междисциплинарной

задачей, включающей мотивационные, ресурсные, технологические, организационные и дидактические аспекты. Выбор этого варианта цифрового развития производился на основе международного опыта применения технологий WSI, имеющихся наработок в данной сфере, развитой информационной инфраструктуры и современной цифровой образовательной среды университета, наличия достаточного количества заинтересованных сотрудников («команда проекта») и поддержки руководства вуза. Основные подходы и результаты пятилетней работы обобщены в ряде наших публикаций [3, 4] и выступлений¹.

К наиболее важным достижениям Ярославского государственного медицинского университета в этом направлении следует отнести.

1. Формирование необходимой технической и организационной базы:

- организация Центра компетенций в области виртуальной цифровой микроскопии в качестве структурного подразделения ЯГМУ, оснащенного необходимым специализированным оборудованием (цифровой сканер гистологических препаратов Olympus VS120-S5, комплекс автоматизированной микроскопии МЕКОС-Ц2);
- развитие сетевой инфраструктуры вуза — цифровой контент локализован на центральном сервере локальной сети университета, работа на терминалах пользователей в учебных классах производится по протоколу удаленного доступа;
- в модернизированных учебных классах кафедр гистологии и патологической анатомии доступ к терминалам одновременно могут получить 60 студентов на каждой кафедре;
- организация специализированного вузовского Web-сервера виртуальной микроскопии (<http://hist.yma.ac.ru>).

2. Создание и внедрение в учебный процесс цифрового контента:

- сформированы базовые коллекции виртуальных препаратов по всем разделам курсов гистологии (470) и патологической анатомии (255 микропрепаратов и 408 макропрепаратов);
- проведена государственная регистрация 18 баз данных виртуальных препаратов (Федеральная служба по интеллектуальной собственности Российской Федерации);
- для навигации по базовым коллекциям гистологических препаратов в учебных классах разработаны электронные практикумы «Виртуальная гистология для будущих врачей» и «Виртуальная патология для будущих врачей», позволяющие проводить навигацию по препаратам в разных режимах (практикум, итоговое занятие, экзамен);
- свободный дистанционный доступ обучающихся к морфологическому контенту через Web-интерфейс реализуется через учебно-методи-

¹ Павлов А. В. Виртуальная микроскопия — реальная альтернатива классической световой микроскопии в преподавании морфологических дисциплин: X Международный форум «РОСМЕДОБР-2019. Инновационные обучающие технологии в медицине» (Санкт-Петербург, 03–04.10.2019 г.); Цифровая трансформация преподавания морфологических дисциплин на базе технологий виртуальной микроскопии: достижения и перспективы: XII Общероссийская конференция с международным участием «Неделя медицинского образования — 2021» (Москва, 29.03–02.04.2021 г.).

ческие комплексы «Изучаем гистологию в дистанционном режиме» [5] и «Изучаем патологическую анатомию в дистанционном режиме» [6], размещенные на интернет-сервере университета;

- материал коллекций виртуальных микропрепаратов активно используется не только в текущем учебном процессе (лекции, презентации), но и для создания электронных атласов [1] и видеофильмов с обучающими навигациями¹.
- разработана дополнительная программа повышения квалификации преподавателей «Технологии виртуальной микроскопии в преподавании морфологических дисциплин».

3. В результате комплекса вышеописанных мероприятий с 2018 г. впервые в России изучение гистологических препаратов на кафедрах гистологии и патологической анатомии полностью переведено в режим виртуальной микроскопии (включая сдачу итогового экзамена в данном формате). Итоги проведенной работы свидетельствуют об эффективности данной технологии и высокой заинтересованности обучающихся и преподавателей в ее использовании.

Виртуальная микроскопия — перспективный механизм обеспечения преемственности преподавания морфологических и клинических дисциплин. Формирование необходимых условий (технологическая и информационная база, создание цифрового контента), обеспечивших переход к преподаванию гистологии и патологической анатомии в режиме виртуальной микроскопии, открывает новые перспективы развития преемственности преподавания нормальной и патологической морфологии на смежных теоретических и профильных клинических кафедрах, а также в системе дополнительного профессионального образования. Сотрудниками морфологических кафедр и Центра компетенций в области виртуальной световой микроскопии проводится работа по следующим направлениям.

1. Использование виртуальных микроскопических препаратов из созданных базовых коллекций (гистология, патологическая анатомия) при преподавании смежных дисциплин с целью:

- координации вопросов цитологии и общей эмбриологии в курсах биологии и гистологии;
- повторения микроструктуры нормальных органов на начальном этапе изучения микропрепаратов по патологической анатомии;
- иллюстрации на примере патологических процессов (метаплазия, опухолевый рост) генетических свойств и диапазона изменчивости тканей в курсе нормальной гистологии;
- демонстрации морфологического субстрата функционирования органов и систем в курсах нормальной и патологической физиологии.

2. Формирование отдельных коллекций микропрепаратов по патологической анатомии для разных уровней подготовки (специалитет, ординатура) и программ ДПО.

3. Расширение спектра специализированных коллекций микропрепаратов по новым направлениям (гематология, паразитология, клиническая лабораторная диагностика мазков биологических материалов, микробиология, иммунология, фармакогнозия).

¹ YouTube-канал HistoNavigator (<https://www.youtube.com/channel/UCgmMkx7EYStTevhqiYejcBw>)

3. Разработка сквозных специализированных образовательных ресурсов для использования в обучении на теоретических и клинических кафедрах. Первый шаг в этом направлении — создание аннотированной коллекции виртуальных микропрепаратов «Медицинская паразитология», предназначенной для использования в соответствующих разделах курсов биологии, инфекционных болезней и клинической лабораторной диагностики [7].

4. Создание на основе базовых коллекций микро- и макропрепаратов сателлитных коллекций по отдельным клиническим дисциплинам (офтальмология, оториноларингология, гастроэнтерология, онкология), интегрирующих морфологический контент с результатами визуализации патологических процессов неинвазивными диагностическими методами (эндоскопия, компьютерная томография и др.).

Важными организационными условиями обеспечения необходимого уровня преемственности преподавания являются:

- предоставление доступа обучающимся и преподавателям к микроскопическим образовательным материалам разной специализации через вузовские локальные и Web-сервисы по виртуальной микроскопии, выполняющие роль своеобразных междисциплинарных «шлюзов» систематизации и обмена образовательной информацией;
- межкафедральная координация обновления образовательных программ через механизмы работы профильных учебно-методических комиссий университета.

Заключение. Результаты проведенной работы свидетельствуют, что внедрение технологий виртуальной микроскопии в учебный процесс имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с классической световой микроскопией как в тактическом (высокое качество наглядности преподавания, соответствие современному техническому уровню визуализации микрообъектов и ожиданиям «цифрового» поколения студентов), так и в стратегическом (соответствие мировым трендам развития медицинского образования, цифровой патологии и телемедицины) аспектах. Активное развитие междисциплинарных взаимодействий в этом направлении позволит сформировать единое «цифровое микроскопическое образовательное пространство» современного медицинского вуза — важный элемент повышения качества знаний студентов и развития творческого потенциала преподавателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банин В. В., Павлов А. В., Яцковский А. Н. Цитология и общая гистология: атлас [Электронный ресурс]. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. URL: <http://histology.rosmedlib.ru>.
2. Жакота Д. А., Туманова Е. Л., Корчагина Н. С. Возможности технологии Whole slide imaging в медицинском образовании // Медицинское образование и профессиональное развитие. — 2019. — Т. 10. — № 1. — С. 55–64.
3. Павлов А. В., Крайнова Е. А., Костров С. А. и др. Переход к преподаванию гистологии на основе технологии whole slide imaging: технические и организационные аспекты // Вестник новых медицинских технологий. — 2018. — Т. 25. — № 3. — С. 194–197.

4. *Павлов А. В.* Виртуальная микроскопия в преподавании гистологии — новая реальность эпохи цифровых технологий // *Морфология*. — 2019. — Т. 156. — №. 5. — С. 75–84.
5. *Павлов А. В.* Изучаем гистологию в дистанционном режиме (учебно-методический комплекс для дистанционной работы) [Электронный ресурс] // *ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России*, 2020. — URL: <http://hist.yma.ac.ru/index.html>
6. *Павлов А. В., Куликов С. В., Крайнова Е. А.* Изучаем патологическую анатомию в дистанционном режиме (электронный практикум) [Электронный ресурс] // *ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России*, 2021. — URL: <http://hist.yma.ac.ru/pathology.html>
7. *Павлов А. В., Баранов А. А., Крайнова Е. А., Сальников Е. В. и др.* База данных «Коллекция оцифрованных изображений микроскопических препаратов для изучения медицинской паразитологии по программам подготовки высшего образования укрупненных групп специальностей “Клиническая медицина” и “Фундаментальная медицина”». Свидетельство о государственной регистрации 2021622920 РФ, правообладатель ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России (RU), опублик. 13.12.2021.
8. *Сазонов С. В., Береснева О. Ю., Курумчина С. Г.* Цифровые технологии в изучении гистологии // *Вопросы морфологии XXI века*. — № 5. — СПб.: Изд-во ДЕАН, 2018. — С. 303–306.
9. *Caruso M. C.* Virtual Microscopy and Other Technologies for Teaching Histology During Covid-19 // *Anat. Sci. Educ.* — 2021. — Vol. 14. — № 1. — P. 19–21. — DOI: 10.1002/ase.2038.
10. *Darici D., Reissner C., Brockhaus J., Missler M.* Implementation of a fully digital histology course in the anatomical teaching curriculum during COVID-19 pandemic // *Ann Anat.* — 2021. — Vol. 236. — P. 151718. — DOI: 10.1016/j.aanat.2021.151718
11. *Higgins C.* Applications and challenges of digital pathology and whole slide imaging // *Biotech. Histochem.* — 2015. — Vol. 90. — № 5. — P. 341–347.
12. *Kuo K. H., Leo J. M.* Optical Versus Virtual Microscope for Medical Education: A Systematic Review // *Anat. Sci. Educ.* — 2019. — Vol. 12. — № 6. — P. 678–685. — DOI: 10.1002/ase.1844.
13. *Pantanowitz L., Szymas J., Yagi Y., Wilbur D.* Whole slide imaging for educational purposes // *J. Pathol. Inform.* — 2012. — Vol. 3. — P. 46. — DOI: 10.4103/2153-3539.104908.
14. *Paulsen F. P., Eichhorn M., Bräuer L.* Virtual microscopy — The future of teaching histology in the medical curriculum? // *Ann. Anat.* — 2010. — Vol. 192. — № 6. — P. 378–382.
15. *Saco A., Bombi J. A., Garcia A. et al.* Current Status of Whole-Slide Imaging in Education // *Pathobiology*. — 2016. — Vol. 83. — № 2–3. — P. 79–88.