

ФИЗИКА ДЛЯ ФАРМАЦЕВТОВ: СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ

Е.А. Буравлев¹

Аннотация

В статье кратко рассмотрена структура и содержание курса «физика» для преподавания на первом курсе студентам фармацевтического отделения. Рассмотрены образовательные технологии и особенности преподавания, проведения лабораторных работ и контроля студентов. Также в статье отражены некоторые междисциплинарные связи, связь с Государственной фармакопеей, которые показывают необходимость понимания физических законов и принципов для будущих фармацевтов.

Ключевые слова

физика, фармация, преподавание, методика, высшее образование.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Буравлев Евгений Александрович, ea.buravlev@mail.ru

Развитие современной биологии и медицины в значительной степени обусловлено внедрением в нее достижений фундаментальных наук, в частности, физики. Многие современные методы диагностики и терапии заболеваний основаны на физических законах. В дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по специальности «Фармация», большое внимание уделено физическим основам методов исследования вещества [1].

Дисциплина «Физика» тесно связана с большим количеством дисциплин, которые студенты-фармацевты осваивают в процессе своего обучения в ВУЗе. Некоторые из междисциплинарных связей показаны на рисунке 1. Например, физические основы и принципы различных методов анализа лекарственных средств и сырья используются в таких дисциплинах как: «Физико-химические методы анализа» и «Фармакопейные методы анализа».

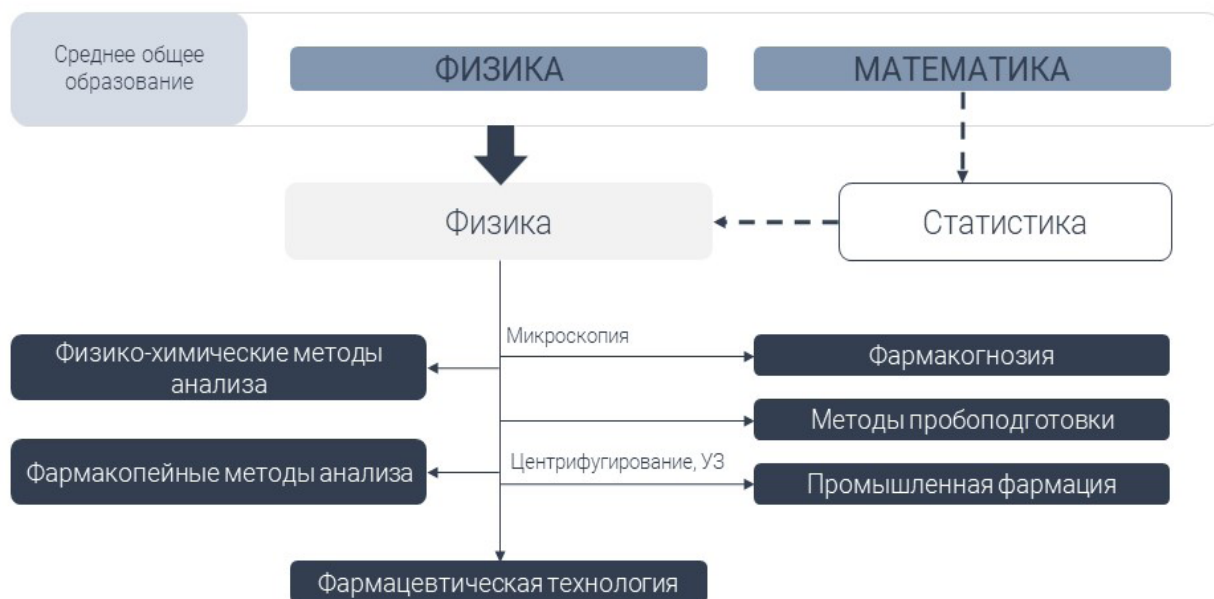


Рис.1. Междисциплинарные связи дисциплины «Физика»

Некоторые определенные разделы физики необходимы для специальных дисциплин. Например, физические принципы центрифугирования и воздействие ультразвуковых волн на биологические объекты важны для понимания и использования различных методов пробоподготовки образцов для качественного и количественного анализа.

Целью освоения дисциплины «Физика» в рамках специальности «Фармация» является формирование у обучающихся способности использовать основные биологические, физико-химические, химические и математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов; способности выполнять клинические лабораторные исследования третьей категории сложности, в том числе на основе внедрения новых методов и методик исследования, включая компьютерное моделирование; способности организовывать и руководить работой команды, вырабатывая ко-

мандную стратегию для достижения поставленной цели; способности использовать цифровую среду, цифровые средства и технологии, а также способности применять полученные навыки при решении профессиональных задач.

Можно выделить следующие задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- формирование основных принципов планирования эксперимента, включая последовательность шагов, приводящих к получению результата при проведении физического эксперимента;
- изучение физических явлений и закономерностей, наблюдаемых и применяемых в физических методах анализа действующих веществ и сырья;
- обучение методикам измерения значений физических величин;
- обучение основам методов колориметрии, спектрофотометрии, поляриметрии, кондуктометрии, вискозиметрии, рефрактометрии;

- формирование навыков практического использования соответствующего физического оборудования для качественного и количественного анализа лекарственных веществ и сырья; способности определять физические свойства лекарственных веществ и сырья;
- обоснование метрологических требований к физической аппаратуре, используемой для фармацевтических исследований;
- соблюдение правил техники безопасности работы с физической аппаратурой, используемой для качественного и количественного анализа лекарственных веществ и сырья;
- формирование опыта использования методов компьютерного моделирования для исследований в фармации;
- формирование способности оценки и анализа информации, в том числе с помощью современных методов обработки информации;
- формирование навыков применения современных цифровых средств и технологий;
- развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций.

К студентам, обучающимся по специальности «Фармация», предъявляются очень высокие требования:

- способность к усвоению большого объема специализированного и ориентированного материала;
- способность к запоминанию значительного количества названий и классификаций фармацевтических препаратов, действующих и вспомогательных веществ;
- владение сложной современной аппаратурой;
- умение самостоятельно находить информацию из отечественных и иностранных источников.

Дисциплину «Физика» в РНИМУ им. Н.И. Пирогова студенты-фармацевты изучают на 1 курсе в первом осеннем семестре. Она включает в себя 108 академических часов и состоит из трех разделов: «Механика. Вязкость. Электричество», «Оптика. Фотометрия» и «Основы термодинамического моделирования». Каждый раздел состоит из лекций, семинарских и лабораторно-практических занятий [2, 3]. Эти разделы включают в себя темы: «Механика», «Оптика», «Колебания и волны», «Электродинамика», «Основы квантовой физики», «Основы молекулярной физики».

В рамках изучения дисциплины «Физика», согласно ФГОС, студенты, обучающиеся по специальности «Фармация», получают одну из важнейших компетенций для их профессиональной деятельности. Эта компетенция включает в себя использование основных физико-химических, химических и математических (статистических) методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов (ОПК-1)¹.

В первом разделе «Механика. Вязкость. Электричество» в рамках дисциплины рассматриваются такие необходимые для будущих специалистов темы как «Поверхностное натяжение», «Вязкость», «Механические свойства материалов», а также базовые элементы по разделу «Электричество».

Во втором разделе «Оптика. Фотометрия» студенты проходят подробно такие разделы как «Геометрическая оптика», «Рефрактометрия», «Поляриметрия», «Волновые свойства света», «Дифракция и лазерное излучение», «Поглощение и рассеяние света», «Взаимодействие света с веществом», «Основы спектrophотометрии».

Третий раздел посвящен основам моделирования для фармацевтов. Целью изучения этого раздела является ознакомление студентов с видами и основами моделирования, которое применяется в фармации для разработки, производства и контроля лекарственных средств.

Компьютерное моделирование является одним из самых мощных и современных инструментов для анализа и создания лекарственных средств, а также технологий их производства. Создание новых лекарственных средств – это процесс, который требует больших затрат времени и материальных ресурсов. Компьютерное моделирование, при правильном использовании и понимании самого процесса моделирования, представляет возможность уменьшить затраты времени и ресурсов на их создание [1].

Знакомство студентов-фармацевтов с различными видами моделирования и обучение навыкам моделирования является одной из задач современного образовательного процесса.

В фармацевтической отрасли применяются различные виды моделирования, необходимые для поиска, проектирования, производства и определения эффективности лекарственных препаратов.

¹ <https://fgos.ru/fgos/fgos-33-05-01-farmaciya-219/> (дата обращения 02.03.2024 г.)

Можно выделить несколько основных видов моделирования:

- молекулярное моделирование;
- моделирование биологической активности действующих веществ;
- математическое моделирование фармакокинетических процессов;
- модернизация различных этапов производства фармацевтических препаратов;
- 3D моделирование и печать лекарственных препаратов.

В молекулярном моделировании действующее вещество представляет собой набор атомов, расположенных по определенным координатам. Между атомами присутствуют различные типы связей. Такая модель является начальной для расчета молекулярных свойств.

Моделирование биологической активности действующих веществ основана на структуре биолиганда и рецептора-мишени. В зависимости от того, насколько хорошо известны изначально структуры лиганда и мишени, данный вид моделирования разделяется на несколько видов (докинг, дизайн de novo, QSAR, скрининг).

При математическом моделировании фармакокинетических процессов процессы всасывания, динамики в организме, метаболизма и выделения лекарственных веществ и продуктов метаболизма представляют в виде математических уравнений или систем уравнений. Фармакокинетика определяет эффективность и безопасность применения лекарственных препаратов.

Также математическое моделирование применяется для модернизации различных этапов производства фармацевтических препаратов с целью их оптимизации.

3D моделирование и печать лекарственных препаратов – это новый, современный, развивающийся способ создания лекарственных препаратов с целью получения точной дозировки действующих веществ, а также создания индивидуальных фармацевтических препаратов. Данное направление требует наличия некоторых инженерных навыков для построения моделей.

В рамках дисциплины «Физика» в одном из разделов студенты-фармацевты первого курса знакомятся с термодинамическим моделированием.

Этот раздел представлен в виде лекций и набора лабораторно-практических работ [2]. На занятиях они знакомятся с основами молекулярного моделирования и выполняют несложные лабораторные работы по определению физических характеристик моделей (например, электрические заряды, механические колебания, дипольные моменты, энергетические характеристики) [3]. В качестве контроля усвоения материала выступает защита лабораторных работ и коллоквиум. Оформление лабораторных работ реализуется в электронном виде, коллоквиум состоит из тестовой части (в электронной образовательной системе вуза) и выполнения контрольного задания по моделированию, которое включает в себя применение полученных навыков по моделированию.

Физические принципы методов, которые осваивают студенты-фармацевты в рамках дисциплины «Физика», используются в фармакопейных методах анализа. Эти методы приведены в Государственной фармакопее РФ (XV издания, 2023 г.)¹. Она является основным нормативным документом, сборником стандартов и положений, определяющий показатели качества выпускаемых в РФ лекарственных субстанций и изготовленных из них препаратов. Также в ней указаны все разрешенные методы качественного и количественного анализа для проверки и оценки качества лекарственных препаратов, при регистрации лекарственных средств. Государственная фармакопея состоит из вводной части, основной части и приложений. Основная часть содержит 319 общих фармакопейных статей (ОФС) и 661 фармакопейную статью (ФС). В приложениях к ГФ РФ XIV издания² приведены справочные таблицы. Общая фармакопейная статья (ОФС) – государственный стандарт качества лекарственных средств, содержащий основные требования к лекарственной форме и/или описание стандартных методов контроля качества лекарственных средств.

В рамках тем «Поверхностное натяжение жидкостей» и «Вязкость жидкостей» студенты осваивают необходимые знания по темам «Основы теории мономолекулярной адсорбции» и «Физические основы хроматографических методов анализа». Данные знания необходимы для лучшего понимания такой сложной и важной темы как «Хроматографические методы анализа». Данные методы активно применяются в качественном и количественном анализе

¹ <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (дата обращения 02.03.2024 г.)

² <https://femb.ru/record/pharmacopea14> (дата обращения 02.03.2024 г.)

лекарственных средств. Хроматографические методы являются одними из самых важных в работе фармацевта и прописаны в Государственной фармакопее в различных аспектах. В связи с этим, изучение физических законов студентами-фармацевтами, которые описывают физические принципы физико-химических методов анализа и контроля из Государственной фармакопеи, является одной из особенностей дисциплины «Физика».

Выделяется также такая особенность преподавания дисциплины «Физика» для студентов-фармацевтов как объекты исследования, например для лабораторных работ. Основными объектами на лабораторных работах обычно являются лекарственные средства, фармацевтическое сырьё, действующие и вспомогательные вещества. Например, водные растительные экстракты, растворы глицерина, водные растворы глюкозы и хлорида натрия. Полученные в рамках дисциплины «Физика» знания позволяют сформировать представление о физических состояниях лекарственных веществ, таких, например, как: дисперсность, полиморфизм, агрегатное состояние, поверхностные свойства лекарственных средств. Эти знания необходимы для понимания различий в действии на организм человека различных лекарственных форм: порошки, мази, гранулы, эмульсии, суспензии, аэрозоли и т.д.

Особенностью проведения лабораторных работ в рамках дисциплины является точность получения результатов. Достигается это путем работы студентов в подгруппах по 2-3 человека с постоянным контролем подгрупп студентов со стороны преподавателя, а также подбором актуальных и, в то же время, простых для студентов-фармацевтов объек-

тов исследований для выполнения лабораторной работы [4].

Программа дисциплины «Физика» построена так, чтобы практически на каждом занятии студенты получали первичные практические навыки, которые они смогли бы применять в обучении по другим дисциплинам, а также в своей профессиональной деятельности.

Лекционный материал в рамках дисциплины представлен в виде классической лекции (2 ак.ч.). Лекционный материал представляется в виде презентации и очной лекции, а также оснащается дополнительным материалом, который студенты получают через электронную образовательную систему ВУЗа [5].

Контроль за усвоением материала осуществляется с помощью электронных тестов на каждом занятии, проведением коллоквиумов (по одному коллоквиуму на раздел) и проведением итогового тестирования по всему пройденному курсу.

Понимание и правильное применение знаний по физике решает ряд актуальных задач для фармацевтов в их профессиональной деятельности:

1. Создает основу для правильного понимания физических, химических и биологических процессов и действия продуктов фармацевтического производства на биологические системы;
2. Является теоретической базой современной фармацевтической техники и технологий;
3. Вооружает знанием физических методов анализа и идентификации лекарственного сырья и препаратов, а также их исследования в сложных биологических системах.

Список литературы

1. Крайнова, Е.Ю. Реализация компетентностного подхода при обучении физике студентов-фармацевтов заочного отделения / Е.Ю. Крайнова, И.А. Иродова // Ярославский педагогический вестник – 2013 – № 4 – Том II (Психолого-педагогические науки). С. 148-153.
2. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко – 4-е изд. – М: Дрофа, 2003. – 560 с.
3. Ремизов, А.Н. Сборник задач по медицинской и биологической физике: учеб. пособие / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина – 2-е изд. – М: Дрофа, 2001. – 192 с.
4. Блохина, М.Е. Руководство к лабораторным работам по физике и математике. Учебное пособие / М.Е. Блохина, В.Н. Федорова, Е.П. Лысенко, И.А. Эссаулова – 4-е изд. – Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2023. – 248 с.
5. Курс лекций, семинарских и практических занятий по физике для студентов-фармацевтов: учебное пособие; под общей ред. А.Г. Максиной. – Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2020. – 212 с.

References

1. Kraynova, Ye.YU. Realizatsiya kompetentnostnogo zasedaniya pri obuchenii fizikov studentov-farmatsevtov zaochnogo otdeleniya / Ye.YU. Kraynova, I.A. Irodova // Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik – 2013 – № 4 – Tom II (Psikhologo-pedagogicheskiye nauki). S. 148-153.
2. Remizov, A.N. Meditsinskaya i biologicheskaya fizika: ucheb. dlya vuzov / A.N. Remizov, A.G. Maksina, A.YA. Potapenko – 4-ye izd. – M: Drofa, 2003. – 560 s.
3. Remizov, A.N. Sbornik zadach po meditsinskoy i biologicheskoy fizike: ucheb. posobiye A.N. Remizov, A.G. Maksina – 2-ye izd. – M: Drofa, 2001. – 192 s.
4. Blokhina, M.Ye. Rukovodstvo k laboratornym rabotam po fizike i matematike. Uchebnoye posobiye M.Ye. Blokhina, V.N. Fedorova, Ye.P. Lysenko, I.A. Essaulova – 4-ye izd. – Moskva: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2023. – 248 s.
5. Kurs lektsiy, seminarских i prakticheskikh zanyatiy po fizike dlya studentov-farmatsevtov: uchebnoye posobiye; pod obshchey red. A.G. Maksinoy. – Moskva: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2020. – 212 s.

PHYSICS FOR PHARMACISTS: STRUCTURE AND CONTENT OF THE DISCIPLINE, EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, TEACHING FEATURES

E.A. Buravlev¹

Abstract

The article briefly discusses the structure and content of the physics course for teaching 1st year students of the pharmaceutical department. Educational technologies and features of teaching, laboratory work and student monitoring are considered. The article also reflects some interdisciplinary connections, the connection with the State Pharmacopoeia, which show the need to understand physical laws and principles for future pharmacists.

Keywords

physics, pharmacy, teaching, methodology, higher education.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Buravlev Evgeniy Aleksandrovich, ea.buravlev@mail.ru