

УДК 615.44:62:378.661

## РАЗВИТИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КЛИНИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШКОЛ МАСТЕРСТВА НА БАЗЕ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Гушин А.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград, e-mail: ag@v1.ru*

Насыщение современной техникой всех областей современной медицины вызывает возрастающую потребность в специалистах, обладающих спектром компетенций в области управления технологическим обеспечением практического здравоохранения. Востребованность таких специалистов в последнее время значительно увеличилась в связи с последовательно проводимой в России политикой импортозамещения, определяющей необходимость поддержания технологического обеспечения практического здравоохранения на высоком уровне, который бы мог гарантировать качество и безопасность медицинских услуг. Представлены основные проблемы, возникающие в связи с этим в практике работы системы здравоохранения, и показано, что для решения этих проблем целесообразно введение в структуру управления технологическим обеспечением здравоохранения специалиста в области клинического инжиниринга. В работе сформулированы основные характеристики системы подготовки такого специалиста, как клинический инженер, разработана трехчастная структура курса подготовки клинических инженеров и показано, что наиболее целесообразно использовать методологию школ мастерства для формирования обобщающих практических компетенций на базе трехчастной учебной программы. Подготовленный таким способом клинический инженер способен быть эффективной частью системы управления технологическим обеспечением современного здравоохранения, что позволит повысить адаптивность этой системы к вызовам, связанным с текущей обстановкой.

Ключевые слова: клинический инжиниринг, клинический инженер, образовательные технологии, школа мастерства, Волгоградский государственный медицинский университет.

## DEVELOPMENT OF THE TEACHING OF CLINICAL ENGINEERING WITH THE USE OF SCHOOLS OF MASTERY ON THE BASIS OF A MEDICAL UNIVERSITY

Gushchin A.V.

*Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: ag@v1.ru*

The saturation of all areas of modern medicine with modern technology causes an increasing need for specialists with a range of competencies in the field of managing the technological support of practical healthcare. The demand for such specialists has recently increased significantly due to the consistently pursued import substitution policy in Russia, which determines the need to maintain the technological support of practical healthcare at a high level that could guarantee the quality and safety of medical services. The main problems arising in connection with this in the practice of the healthcare system are presented and it is shown that in order to solve these problems it is advisable to introduce a specialist in the field of clinical engineering into the management structure of the technological support of healthcare. The paper formulates the main characteristics of the training system for such a specialist as a clinical engineer, develops a three-part structure for the training course for clinical engineers, and shows that it is most expedient to use the methodology of schools of mastery to form generalizing practical competencies based on a three-part curriculum. A clinical engineer trained in this way is able to be an effective part of the technological support management system of modern healthcare and, thereby, significantly increase the efficiency of such management and increase of adaptivity of this system in current situation.

Keywords: clinical engineering, clinical engineer, educational technologies, school of mastery, Volgograd State Medical University.

Стремительная технизация всех областей современной медицины вызывает возрастающую потребность в специалистах, обладающих спектром компетенций в области управления технологическим обеспечением практического здравоохранения на всех этапах жизненного цикла биомедицинских технологий. Востребованность таких специалистов в последнее время значительно увеличилась в связи с последовательно проводимой в России

политикой импортозамещения, определяющей необходимость поддержания технологического обеспечения практического здравоохранения на высоком уровне, который бы мог гарантировать качество и безопасность медицинских услуг [1].

Ответом на эту потребность может стать развитие на базе медицинских вузов направления подготовки в области клинического инжиниринга (КИ). Исторически корни концепции КИ можно проследить со второй половины XX в. Именно тогда в странах Запада начался процесс взрывной технизации здравоохранения, потребовавшей отношения к учреждениям здравоохранения как к единому технологическому комплексу [2]. Именно такой комплексный подход определил профиль деятельности соответствующих специалистов. Эта деятельность предусматривает наличие у специалистов экспертизы в области комплексов медицинского оборудования различных видов. Комплексный подход в этой области неразрывно связан с изучением безопасности и эффективности применения биомедицинских технических систем в условиях взаимодействий между эффектами используемых при лечении фармпрепаратов и медицинского оборудования на практике. Институционально сфера деятельности КИ связана с учреждениями, проходящими этап последовательной технизации и автоматизации лечебно-диагностической работы. В современных условиях эта сфера деятельности включает в себя все учреждения системы здравоохранения, ведущие лечебно-диагностическую работу (далее – ЛПУ) [3].

Таким образом, КИ на современном этапе является специалистом с уровнем экспертизы, требующим уникального набора компетенций. Этот набор компетенций должен позволять осуществлять эффективное управление технологическим обеспечением практического здравоохранения в современных российских реалиях. Компетенции такого специалиста должны носить междисциплинарный характер и включать в себя инженерные и управленческие навыки в области медицинских технологий. Наличие таких компетенций позволяет данному специалисту быть востребованным как в ЛПУ, где он обеспечивает поддержание и развитие их технической и технологической базы, так и на производстве биомедицинского оборудования, где он может быть консультантом и обеспечивать связь с практическим здравоохранением [4].

Цель исследования: определение общей структуры курса подготовки КИ с использованием методов школ мастерства.

### **Материалы и методы исследования**

Эффективное формирование такого мультидисциплинарного спектра компетенций с высокой долей практических навыков у обучающихся требует использования в учебном процессе таких форм обучения, как школы мастерства (ШМ). ШМ как форма обучения в высшей школе представляет собой способ формирования и закрепления сочетанных

практических компетенций обучающихся. Они являются дополнением к базовой образовательной программе направления подготовки и повышают способности обучаемых к непосредственному встраиванию в производственные и бизнес-процессы по окончании обучения [5, 6].

В сферу деятельности КИ входит не только традиционная для инженерно-технического персонала ЛПУ область ремонта и обслуживания биомедицинской техники, но и, главным образом, контроль и обеспечение безопасного и эффективного функционирования ЛПУ как единого целого [7]. Немаловажно и то, что КИ как носитель экспертизы как в инженерных областях, так и в биомедицинской сфере может служить структурным звеном, обеспечивающим обратную связь институциональных производителей и потребителей сложной медицинской техники [8, 9].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Применимость компетенций КИ в области технологического обеспечения практического здравоохранения представлена на рисунке 1. Видно, что в спектр компетенций такого специалиста должна входить система методик риск-менеджмента. В случае биомедицинской сферы это связано с пониманием и оценкой рисков безопасности работы ЛПУ. Важны в этой области и анализ причин инцидентов, и участие КИ в принятии мер по результатам такого анализа. В качестве примера можно привести вопрос безопасности использования беспроводных технологий в условиях ЛПУ. Комплексные оценки физиологической, информационной и технической безопасности в этой области должны включать в себя не только теоретические расчеты влияния электромагнитных воздействий на пациентов и персонал ЛПУ, но и экспериментальное определение степени взаимного влияния излучающих устройств и устройств, чувствительных к электромагнитному излучению, выполненное в строгом соответствии с программой измерений [10].

КИ на практике должен заниматься не только собственно комплексом медицинского оборудования ЛПУ, но и поддержанием требуемого уровня безопасности и эффективности работы систем формирования внутренней среды ЛПУ (систем вентиляции, кондиционирования, отопления и т.п.) и непосредственно связанных с лечебным процессом инженерных коммуникаций. Таким образом, основой экспертизы КИ должна быть база знаний, связанная с особенностями жизненного цикла всех основных комплексов технического оснащения российских ЛПУ, систем и методов контроля их функционирования, законов, стандартов и нормативных положений, применимых в данной области.

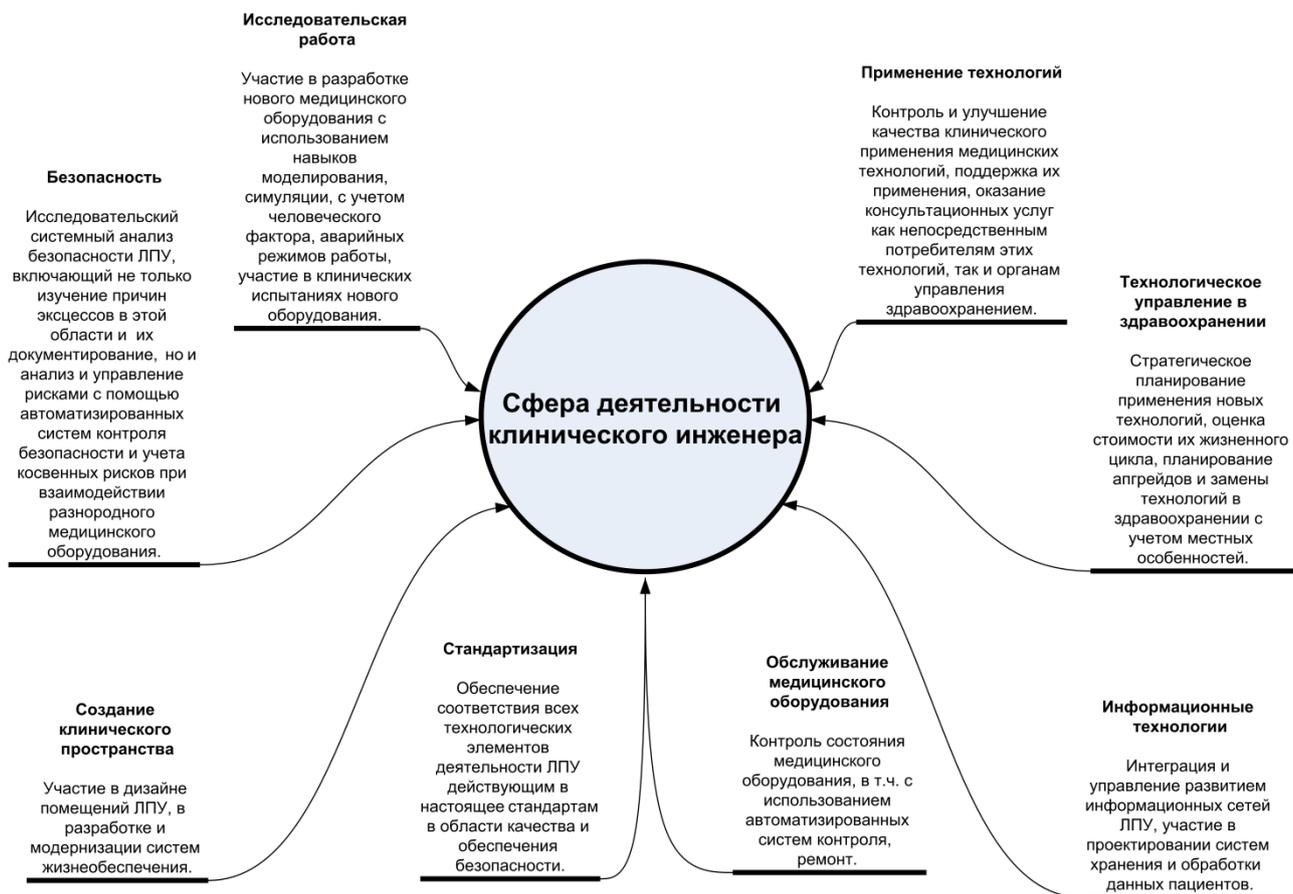


Рис. 1. Спектр базовых компетенций клинического инженера

Таким образом, как видно из рисунка 1, подготовка КИ для такой деятельности должна включать в себя освоение компетенций, позволяющих реализовать стратегическое планирование оснащения ЛПУ, оценку эффективности и безопасности использования комплексов технических средств, их экономики, разработку схем их обслуживания и планирование их замены. Эти выходные компетенции должны базироваться на компетенциях, связанных с владением КИ информационными технологиями на таком уровне, чтобы он мог эффективно внедрять в ЛПУ все современные технологии сбора, хранения и обработки информации.

Представленная выше характеристика клинического инженера определяет его место в структуре системы практического здравоохранения, представленное на рисунке 2.

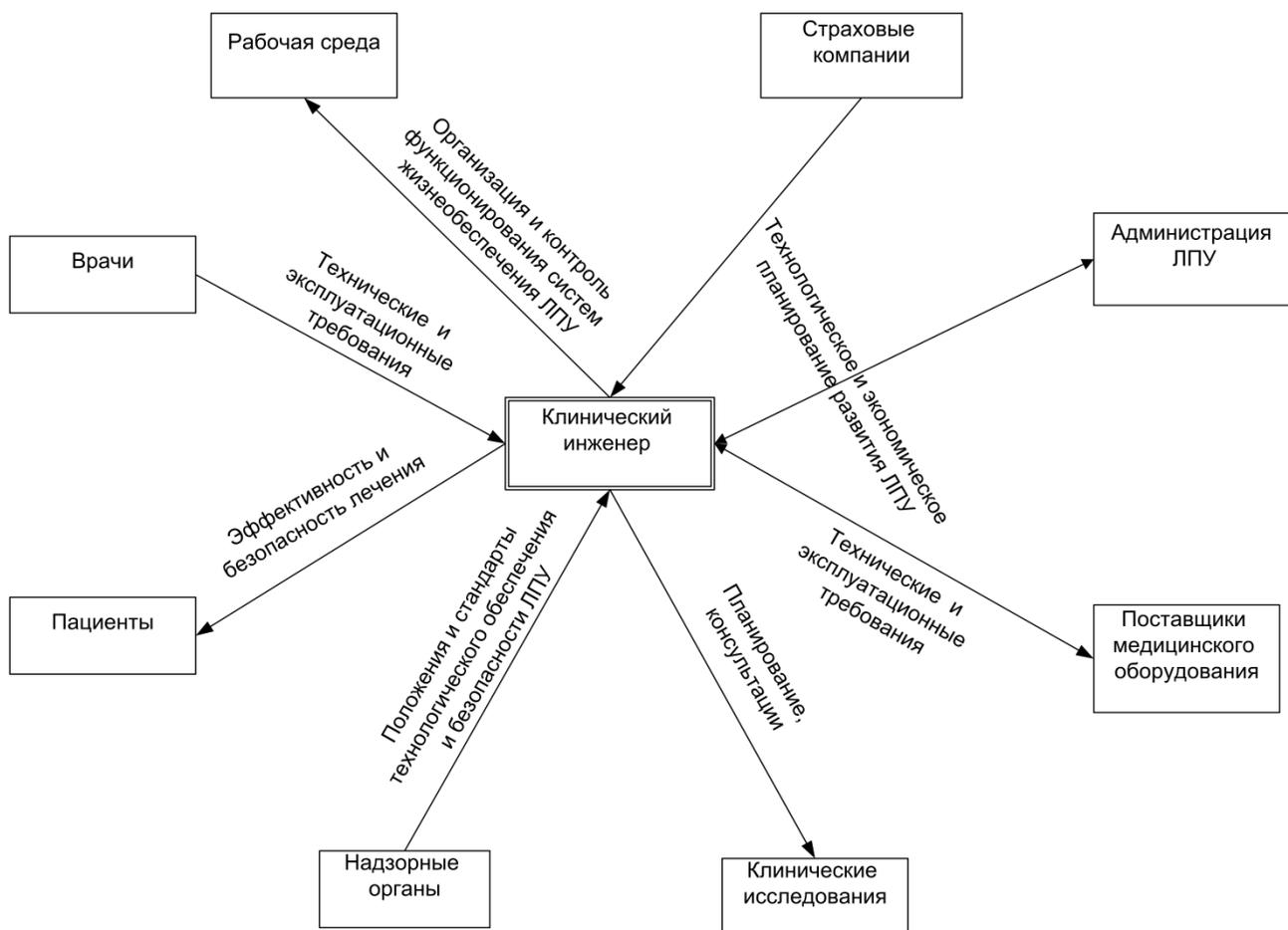


Рис. 2. Место КИ в структуре учреждений системы практического здравоохранения

Развитие обучения КИ на базе медицинского вуза с использованием методологии ШМ даст возможность налаживания эффективной связи полученных теоретических знаний в области биомедицинских, естественно-научных, инженерных и технических дисциплин с практическим знакомством со спецификой работы ЛПУ в части их структуры, принципов управления.

Общая структура курса подготовки КИ с использованием ШМ может быть реализована в виде учебного плана, структурно состоящего из трех контентных макроблоков: «человек», «здравоохранение» и «техника», изучаемых на протяжении периода обучения параллельно. Контентный макроблок «человек» включает в себя базовые сведения об анатомии и физиологии человека, основных видах патологий; макроблок «здравоохранение» – элементы подготовки менеджера в сфере здравоохранения, а макроблок «техника» – все технические знания, связанные с техникой в здравоохранении. В рамках такого учебного плана ШМ выполняет функцию связующего элемента, позволяющего сформировать у обучающихся обобщающие практические навыки и компетенции.

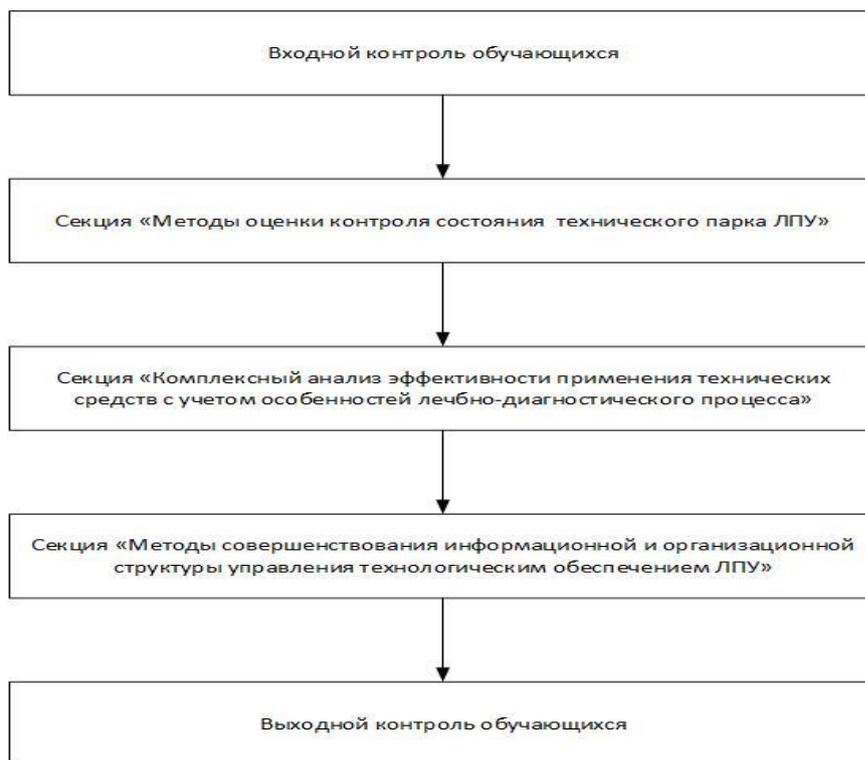
Для осуществления представленных выше трудовых функций необходим уникальный спектр практических компетенций, которые целесообразно формировать в рамках ШМ. Целью

такой школы может являться совершенствование практических знаний обучающихся в области технико-технологического обеспечения биомедицинских измерений и сервисной поддержки в этой области (информационной, консультационной, технической).

Задачи ШМ заключаются в выработке у обучающихся практических навыков по:

- методически корректному использованию основных видов измерительных изделий биомедицинского назначения;
- организации анализа корректности работы измерительных изделий биомедицинского назначения;
- разработке организационных схем, процедур и выполнению руководства процессами обслуживания и сервиса измерительных изделий биомедицинского назначения;
- организации и координации взаимодействия с подразделениями организации и внешними контрагентами по обслуживанию и сервису измерительных изделий биомедицинского назначения.

Представленный перечень задач определяет специфику структуры ШМ, представленную на рисунке 3.



*Рис. 3. Структура ШМ*

Структура ШМ обеспечивает последовательное приобретение практических компетенций в области анализа состояния технического парка ЛПУ, эффективности его использования и мер совершенствования структуры ЛПУ для повышения эффективности и безопасности использования технических средств в лечбно-диагностическом процессе. В

целом представленная на рисунке 3 структура ШМ соответствует трехчастному делению курса клинического инжиниринга и обеспечивает эффективную интеграцию материала частей курса для эффективной выработки обобщающих практических компетенций обучающихся.

Так, входной контроль обучающихся целесообразно проводить в виде тестирования по блокам основных дисциплин, являющихся базовыми для ШМ. К таким дисциплинам относятся, прежде всего, дисциплины инженерно-технического профиля.

Секция «Методы оценки и контроля состояния технического парка ЛПУ» в данной ШМ включает блоки практических занятий по следующим обобщенным темам:

- средства и методы контроля технического состояния видов измерительных изделий биомедицинского назначения, характерных для ЛПУ различного профиля; методы контроля технического состояния отдельных частей измерительного тракта и выполнение их технического обслуживания и сервиса;
- техническая реализация измерительных изделий биомедицинского назначения на примере учебного стенда «Анализатор иммуноферментный фотоэлектрический»: основные технические характеристики, блочно-модульная структура устройства, техническая реализация основных блоков и модулей, отработка основных видов сервисных манипуляций;
- основные технические характеристики, структура устройства, техническая реализация основных блоков и модулей на примере учебного стенда «Электрокардиограф», отработка основных видов сервисных манипуляций;
- изучение особенностей измерительных изделий биомедицинского назначения на примере учебного стенда «Аппарат УЗИ», отработка основных видов сервисных манипуляций.

Секция «Комплексный анализ применения технических средств с учетом особенностей лечебно-диагностического процесса» в данной ШМ включает блоки практических занятий по следующим обобщенным темам:

- обеспечение электробезопасности изделий медицинского назначения с анализом факторов риска, технических и организационных мер по минимизации рисков с отработкой практических навыков контроля электробезопасности в ЛПУ;
- вопросы электромагнитной совместимости различных классов медицинского оборудования с отработкой практических навыков контроля электромагнитной совместимости различных классов оборудования в ЛПУ;
- обеспечение химической и радиационной безопасности изделий медицинского назначения и структур ЛПУ с отработкой технических и организационных мер по минимизации данных рисков.

Секция «Методы совершенствования информационной и организационной структуры управления технологическим обеспечением ЛПУ» в данной ШМ включает блоки практических занятий по следующим обобщенным темам:

- методы оптимизации технологического обеспечения ЛПУ с использованием деловой игры, включающей в себя решение практических задач в области сокращения накладных расходов на обслуживание биомедицинского оборудования;
- совершенствование организационной структуры ЛПУ в части взаимодействия с биомедицинским оборудованием с блоком кейс-стадиз и с решением ситуационных задач в данной области.

Выходной контроль обучающихся реализован в виде собеседования на базе ЛПУ с решением практических ситуационных задач по теме ШМ.

**Заключение.** Таким образом, методология ШМ позволяет осуществить эффективную интеграцию различных контентных макроблоков подготовки таких новых для России специалистов, как КИ. Это позволит обеспечить качественное формирование спектра компетенций КИ и сделать их эффективной частью системы управления технологическим обеспечением современного здравоохранения, повысив тем самым эффективность такого управления.

### Список литературы

1. Еменекова А.А., Демьянец А.В., Хачин С.В. Импортзамещение в отраслях экономики (на примере медицинской промышленности) // Производственный менеджмент: теория, методология, практика. 2016. № 6. С. 185-189.
2. Bronzino J.D. Education of Clinical Engineers in the 1990s. Journal of clinical engineering. 1990. V. 15. № 3. P. 185-190.
3. Но А.Н., Kim D., Somekh M.G., eds. Handbook of photonics for biomedical engineering. Amsterdam. Springer, 2017. 312 p.
4. Bronzino J.D., Peterson D.R. The biomedical engineering handbook. CRC press, 2018. 100 p.
5. Дороженок И.Ю., Воронова Е.И. Школа мастерства-инновационная форма обучения в медицинском ВУЗе // Охрана психического здоровья в современном мире. 2018. С. 17-22.
6. Гущин А.В., Безбородов С.А., Муха Ю.П. Возможности подготовки клинических инженеров в медицинском вузе // Alma mater (Вестник высшей школы). 2016. № 8. С. 60-64.
7. Khalaf A.B., Namam Y., Alayli Y., Djouani K. The effect of maintenance on the survival of medical equipment. Journal of Engineering, Design and Technology. 2013. № 7. P. 122-137.

8. Taktak A., Ganney P., Long D., Axell R., ed. Clinical engineering: a handbook for clinical and biomedical engineers. Academic Press, 2019. 221 p.
9. Bronzino J.D. Management of medical technology: a primer for clinical engineers. Butterworth-Heinemann, 2014. 85 p.
10. Гущин А.В., Безбородов С.А., Чертов И.Г. Способы контроля электромагнитных помех в телекоммуникационном оборудовании биомедицинского назначения // Телекоммуникации. 2018. № 11. С. 50-54.