

## СТРУКТУРА ПОСТДИПЛОМНОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НА БАЗЕ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Гущин А.В.

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

В данной статье представлена структура организации постдипломного обучения специалистов в области биотехнических систем и технологий на базе медицинского вуза с использованием концепции клинического инжиниринга. Такой подход позволил синтезировать многоуровневую образовательную траекторию, рассчитанную на все виды трудовых функций, предусмотренные базовым профессиональным стандартом 26.014 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», с учетом специфики подготовки таких специалистов для работы в системе здравоохранения на базе медицинского вуза. Адаптивность представленной структуры модулей и блоков обучения позволяет обучающимся гибко формировать индивидуальную траекторию обучения в соответствии со спецификой решаемых ими профессиональных задач в сфере биотехнических систем и технологий. Интегрированная во все элементы курсов система текущего и рубежного контроля дает возможность обеспечить высокое качество контроля знаний и высокий процент их долговременного закрепления. Описанная в работе комплексная адаптивная структура курсов постдипломного обучения специалистов по биотехническим системам и технологиям с использованием концепции клинического инжиниринга позволит проводить в соответствии с нормативными документами интенсивное и высокоэффективное постдипломное обучение таких специалистов без отрыва от производства.

Ключевые слова: клинический инжиниринг, клинический инженер, образовательные технологии, постдипломное обучение, Волгоградский государственный медицинский университет.

## THE STRUCTURE OF POSTGRADUATE TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF BIOTECHNICAL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES BASED ON A MEDICAL UNIVERSITY

Gushchin A.V.

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

This article presents the structure of the organization of postgraduate training of specialists in the field of biotechnical systems and technologies based on a medical university using the concept of clinical engineering. This approach made it possible to synthesize a multi-level educational trajectory designed for all types of labor functions provided for by the basic professional standard 26.014 «Specialist in the development, maintenance and integration of technological processes and industries in the field of biotechnical systems and technologies», taking into account the specifics of training such specialists to work in the system healthcare based on a medical university. The adaptability of the presented structure of training modules and blocks allows students individually form an individual learning path in accordance with the specifics of the professional tasks they solve in the field of biotechnical systems and technologies. The system of current and midterm control integrated into all elements of the courses makes it possible to ensure a high quality of knowledge control and a high percentage of their long-term consolidation. The complex adaptive structure of postgraduate training courses for specialists in biotechnical systems and technologies described in the paper using the clinical engineering concept will allow, in accordance with regulatory documents, to conduct intensive and highly effective postgraduate training of such specialists.

Keywords: clinical engineering, clinical engineer, educational technologies, postgraduate training, Volgograd State Medical University.

В последние десятилетия наблюдается довольно быстрый рост насыщения такой отрасли, как здравоохранение, разнообразной медицинской техникой. Это насыщение происходит на всех структурных уровнях системы здравоохранения и в нашей стране, и за рубежом. Так, объем мирового рынка медицинских изделий за последние 10 лет вырос более

чем на 5%, составив около 520 млрд долл. Объем российского потребления таких изделий вырос за это время более чем на 10% и сейчас оценивается в 255 млрд руб. в годовом выражении [1].

Такой заметный количественный рост сопровождается и качественным ростом: усложнением и интеллектуализацией многих видов биомедицинского оборудования, что обуславливает ряд системных проблем в сфере интеграции и эффективного использования комплексов такого оборудования на практике [2].

Реакцией системы высшего профессионального образования на такую ситуацию может стать развитие новой образовательной концепции – подготовки специалистов в области клинического инжиниринга (КИ). Эта концепция имеет свою историю: она появилась на Западе со второй половины XX в., когда там начался тот процесс ускоренной технизации здравоохранения, который наблюдается сейчас в нашей стране. Концепция КИ отличается подходом к учреждениям здравоохранения как к целостным высокотехнологичным производственным комплексам, связанным сквозными технологическими цепочками [3].

Такой подход определяет специфику преподавания по концепции КИ, построенную на комплексном анализе жизненного цикла ключевых классов медицинского оборудования и решении вопросов их эффективной технологической интеграции с учетом конкретной специфики практических реализаций. В целом, специалист КИ осуществляет комплексный технологический супервайзинг лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и является носителем экспертизы в данной области, которая может быть использована органами управления здравоохранением различных уровней при принятии решений о формировании технической и технологической базы ЛПУ [4].

Сказанное определяет требуемый спектр компетенций КИ, который должен носить междисциплинарный характер и включать в себя комплексы инженерных и управленческих знаний и умений в сфере биомедицинских технологий. Базовый спектр таких компетенций может быть получен в рамках высшего профессионального образования по направлению «Биотехнические системы и технологии» уровня бакалавриата и магистратуры, полученного в развитом медицинском университете [5], в том числе и с использованием методологии так называемых школ мастерства, позволяющих на практике осуществить эффективную интеграцию различных контентных макроблоков при подготовке специалистов КИ [6].

Однако в современных условиях образование специалиста такого уровня не может ограничиваться базовым и имеется практическая потребность в непрерывном профессиональном образовании. Эта потребность нашла отражение и в основных нормативных актах, регулирующих сферу применения биотехнических систем и технологий. Так, согласно базовому для данной отрасли профессиональному стандарту 26.014

«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», инженер в области биотехнических систем и технологий должен проходить периодическое повышение квалификации не реже одного раза в 5 лет [7]. Аналогичное требование содержится и в «Положении о лицензировании деятельности по техническому обслуживанию медицинских изделий» [8].

Приведенные выше положения определяют цель исследования: разработка общей структуры курса повышения квалификации с использованием концепции КИ.

**Материалы и методы исследования.** Эффективная актуализация широкого спектра компетенций КИ, содержащего значительную долю практических навыков, требует применения комплексного и высокоадаптивного педагогического метода. В случае реализации курсов повышения квалификации, когда речь идет об обучении лиц, занятых на производстве, целесообразно применение очно-заочной формы обучения. Одним из методов, обеспечивающих высокую эффективность обучения в таких условиях, является обучение с использованием цикла Колба [9]. Комплексный характер курсов повышения квалификации КИ должен проявляться также в наличии блоков совершенствования компетенций КИ в области обеспечения эффективной обратной связи институциональных производителей и потребителей сложной медицинской техники [10].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Общая композиция макроблочной структуры постдипломного образования на основе концепции КИ, представленная на рисунке 1, соответствует профессиональному стандарту 26.014 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», в котором выделены 3 иерархические укрупненные группы трудовых функций. Однако модульная структура представленных макроблоков отражает и акцент на интеграцию и управление жизненным циклом биотехнических систем и технологий в системе здравоохранения. Такой акцент является отличительным для направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», реализующегося на базе медицинского вуза. Он также связан со спецификой основного контингента обучающихся на таких курсах – инженерно-технического персонала системы здравоохранения различных уровней.

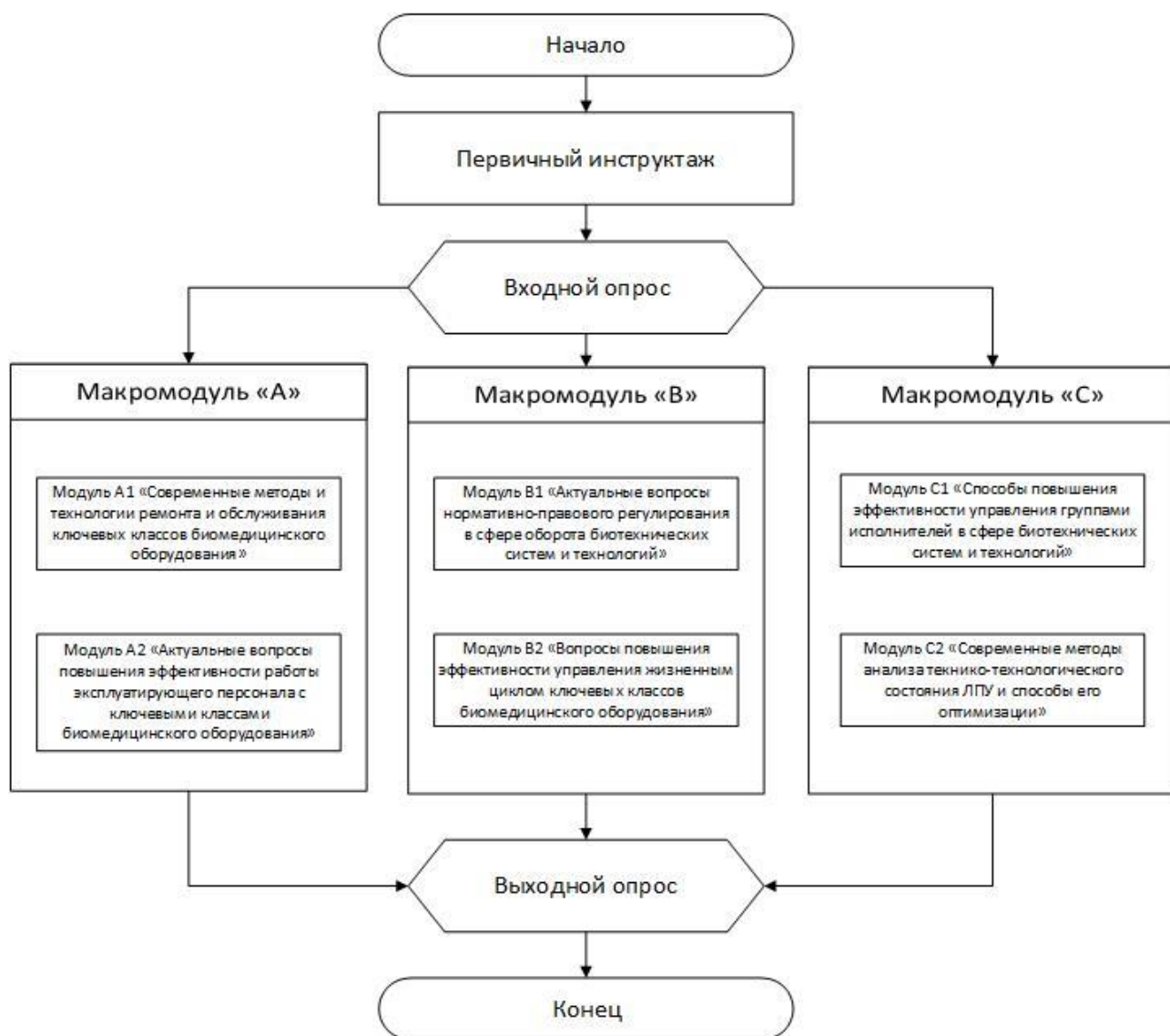


Рис. 1. Общая структура курсов постдипломного образования на основе концепции КИ

Ниже представлена краткая характеристика отдельных модулей, показанных на рисунке 1.

- Модуль А1 «Современные методы и технологии ремонта и обслуживания ключевых классов биомедицинского оборудования» – рассмотрены виды и порядок ремонта и обслуживания таких классов медицинского оборудования, как лабораторно-диагностическое, рентгеновское, томографическое оборудование и оборудование операционных и палат интенсивной терапии.

- Модуль А2 «Актуальные вопросы повышения эффективности работы эксплуатирующего персонала с ключевыми классами биомедицинского оборудования» – рассмотрены способы обучения эксплуатирующего персонала работе с такими классами медицинского оборудования, как лабораторно-диагностическое, рентгеновское, томографическое оборудование и оборудование операционных и палат интенсивной терапии.

- Модуль В1 «Актуальные вопросы нормативно-правового регулирования в сфере оборота биотехнических систем и технологий» – рассматривается актуальная нормативно-правовая база работы инженерно-технического персонала в системе здравоохранения.

- Модуль В2 «Вопросы повышения эффективности управления жизненным циклом ключевых классов биомедицинского оборудования» – рассматриваются возможности повышения эффективности на всех этапах жизненного цикла ключевых классов медицинского оборудования: от организации предзакупочных процедур до процедур вывода из эксплуатации и утилизации.

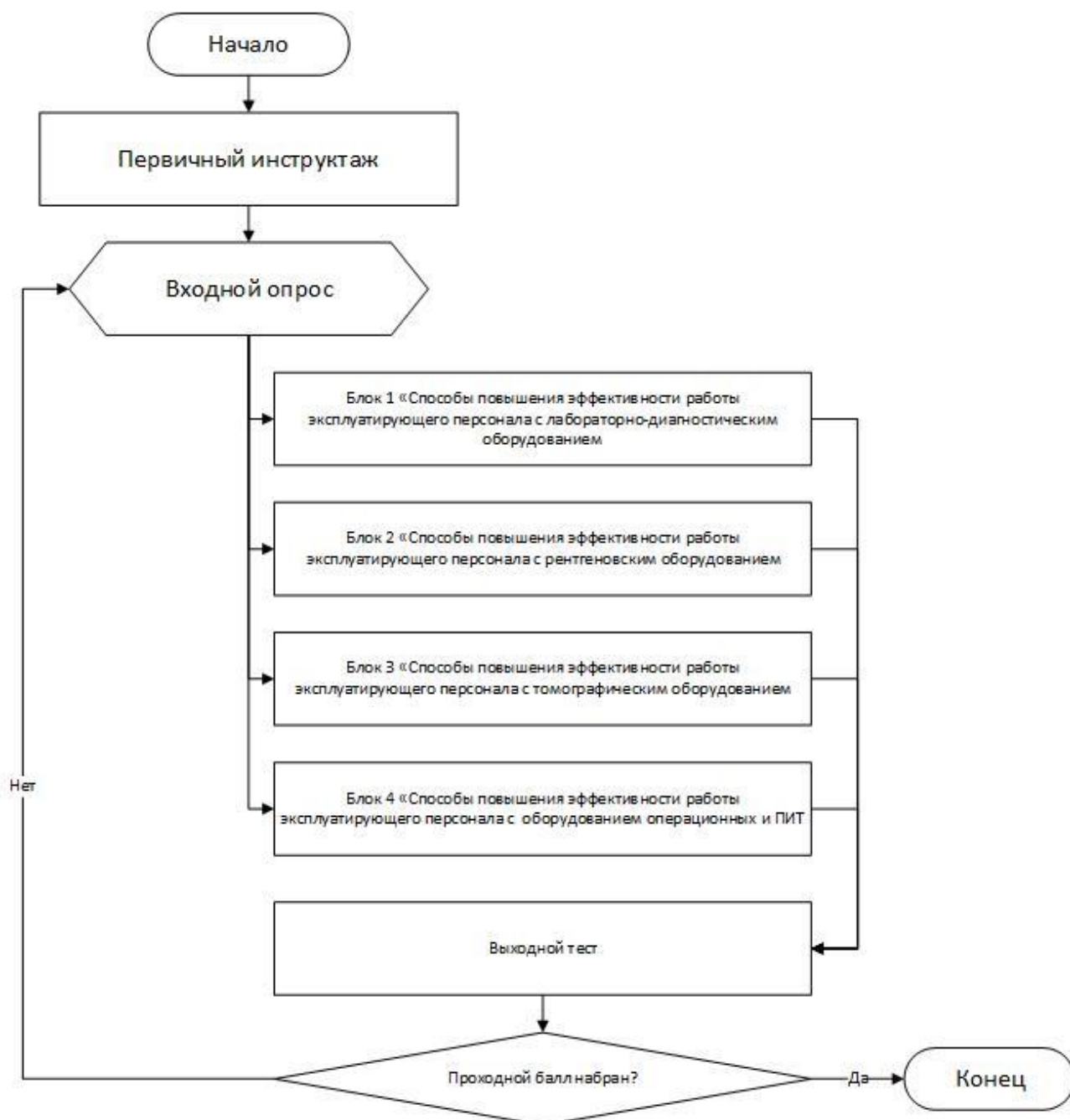
- Модуль С1 «Способы повышения эффективности управления группами исполнителей в сфере биотехнических систем и технологий» – рассматриваются приемы менеджмента и управления группами исполнителей, пригодные для использования в системе технического обеспечения здравоохранения.

- Модуль С2 «Современные методы анализа технико-технологического состояния ЛПУ и способы его оптимизации» – рассматриваются технические способы оценки состояния комплекса медицинской техники в учреждениях здравоохранения и способы оптимизации этого комплекса.

Далее целесообразно рассмотреть в качестве примера структуру одного из представленных выше модулей. Структура модуля А2 представлена на рисунке 2.

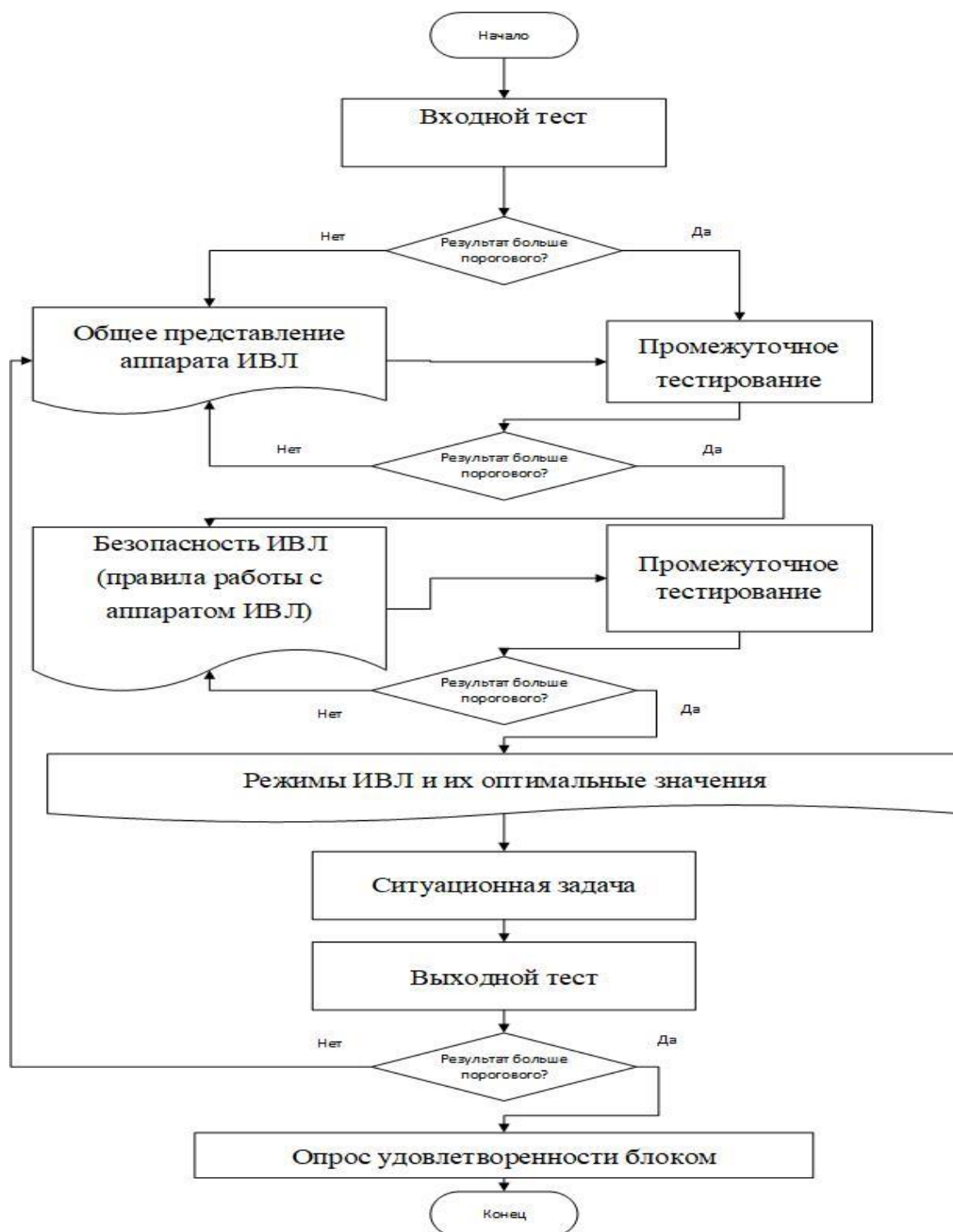
На представленной блок-схеме показана общая траектория обучения на модуле А2. После первичного инструктажа обучающиеся проходят входной опрос, целью которого является определение необходимых обучающемуся информационных блоков модуля. По окончании входного опроса обучающийся изучает необходимый ему информационный блок, после чего проходит выходное тестирование. В случае удовлетворительного результата этого тестирования обучение на модуле заканчивается. В противном случае обучающемуся предлагается повторить обучение.

В целом, подобная структура модулей призвана придать курсу адаптивность за счет предоставления возможности обучающемуся изучать именно тот материал, который для него наиболее важен в силу специфики его профессиональной деятельности. Автоматизация такого выбора учебного материала на уровне модулей позволяет повысить общую эффективность обучения.



*Рис. 2. Структура модуля А2 «Актуальные вопросы повышения эффективности работы эксплуатирующего персонала с ключевыми классами биомедицинского оборудования»*

Далее рассмотрим для примера структуру блока 4 «Способы повышения эффективности работы эксплуатирующего персонала с оборудованием операционных и ПИТ». Эта структура представлена на рисунке 3.



*Рис. 3. Структура блока 4 «Способы повышения эффективности работы эксплуатирующего персонала с оборудованием операционных и ПИТ»*

Приведенная выше блок-схема иллюстрирует траекторию обучения в блоке 4 модуля А2. Здесь в зависимости от результата входного тестирования обучающийся проходит информационный блок «Общее представление об аппарате ИВЛ» или переходит сразу на следующий уровень тестирования. В зависимости от его результатов обучающийся или повторяет блок «Общее представление об аппарате ИВЛ», или переходит к блоку

«Безопасность ИВЛ». Если обучающийся успешно освоил данный блок, он может перейти к блоку «Режимы ИВЛ и их оптимальные значения», после чего следуют решение ситуационной задачи и выходной тест. Если он успешно пройден, обучающийся, оставив свое мнение о блоке, завершает обучение. В противном случае он его проходит повторно.

**Заключение.** Представленная выше комплексная адаптивная структура курсов постдипломного обучения специалистов по биотехническим системам и технологиям с использованием концепции КИ позволит в соответствии с нормативными документами проводить интенсивное и высокоэффективное постдипломное обучение таких специалистов без отрыва от производства.

### Список литературы

1. Руденко М.Н., Окулова О.В. Анализ российского рынка медицинского оборудования с целью разработки эффективной бизнес-модели и стратегии по выходу на рынок // Московский экономический журнал. 2020. № 10. С. 409-418.
2. Умеренко А.Е. Системные проблемы внедрения новых медицинских технологий // Вопросы развития современной науки и техники. 2021. № 2 . С. 159-169.
3. Bronzino J.D. Education of Clinical Engineers in the 1990s // Journal of clinical engineering. 1990. V. 15. № 3. P. 185-190.
4. Bronzino J.D., Peterson D.R. The biomedical engineering handbook. CRC press, 2018. 100 p.
5. Гущин А.В. Муха Ю.П., Безбородов С.А. Новые возможности подготовки специалистов медико-технического профиля в медицинском вузе // Высшее образование сегодня. 2016. № 2. С. 71-75.
6. Гущин А.В. Развитие преподавания клинического инжиниринга с использованием школ мастерства на базе медицинского вуза // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31963> (дата обращения: 23.05.2023). DOI: 10.17513/spno.31963
7. Профстандарт 26.014 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.12.2015 № 1157н. [Электронный ресурс]. URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=55213](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=55213) (дата обращения: 01.07.2023).
8. Положение о лицензировании деятельности по техническому обслуживанию медицинских изделий, утв. постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 г. №2129.



[Электронный ресурс]. URL: <https://roszdravnadzor.gov.ru/medproducts/documents/76505> (дата обращения: 01.07.2023).

9. Чуланова О.Л., Никитенко Е. Методика обучения по циклу Колба как эффективный инструмент обучения персонала организации // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-3. С. 115-122.

10. Bronzino J.D. Management of medical technology: a primer for clinical engineers. Butterworth-Heinemann, 2014. 85 p.