

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государ-
ственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

СОГЛАСОВАНО

Зав. кафедрой материаловедения,
технологии и управления качеством,
д.ф.-м.н., профессор С.Б. Вениг



« 16 » марта 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета нано- и биомеди-
цинских технологий,
д.ф.-м.н., профессор С.Б. Вениг



« 16 » марта 2016 г.

Фонд оценочных средств

текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Измерение и контроль основных параметров материалов и биодатчиков

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения»

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Саратов, 2016

1. Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
ОК-7 – в части готовности самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы)	Знает: основные классы современного оборудования и приборов для обработки материалов фармацевтической промышленности, методы экспериментального исследования процессов обработки материалов.
	Умеет: выразить и обосновывать собственную позицию по вопросам, касающимся методов обработки материалов фармацевтической промышленности, самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах.
	Владеет: основными понятиями и идеями науки о материалах и методах материаловедения, навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах
ОПК-8 готовностью проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний	Знает: основные методы испытаний при разработке материалов и структур для биодатчиков.
	Умеет: проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний материалов фармацевтического и медицинского назначения.
	Владеет: навыками проведения испытаний материалов фармацевтического и медицинского назначения.

<p>ПК-8 – способностью самостоятельно разрабатывать методы и средства автоматизации процессов производства, выбирать оборудование и оснастку;</p>	<p>Знает: основы методов и типовые средства автоматизации процессов производства, выбирать оборудование и оснастку; основные правила эксплуатации современного оборудования и приборов; основы применения технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов; методики проектирования технологических процессов производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; методики расчета и конструирования технологические оснастки с использованием современных прикладных программ.</p>
<p>ПК-9 – готовностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы;</p>	<p>Умеет: самостоятельно разрабатывать методы и средства автоматизации процессов производства, выбирать оборудование и оснастку; эксплуатировать современное оборудование и приборов; использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов; проектировать технологические процессы производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; рассчитывать и конструировать технологические оснастки с использованием современных прикладных программ.</p>
<p>ПК-11 – способностью самостоятельно использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов;</p>	<p>Владеет: способностью самостоятельно разрабатывать методы и средства автоматизации процессов производства, выбирать оборудование и оснастку; готовностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы; методами и правилами профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы; правилами и методами использования технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов; самостоятельно проектировать технологические процессы производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; навыками расчета и конструирования технологической оснастки с использованием современных прикладных программ.</p>
<p>СПК-9 – способность к использованию технических средств</p>	<p>Знает: основные виды технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков, основные методы и средства автоматизации процессов</p>

и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; СПК-11 – разрабатывать методы и средства автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам	измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам
	Умеет: использовать стандартные технические средства и универсальные электронные приборы для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; разрабатывать методы и средства автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам
	Владеет: способностью использования технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; основами разработки методов и средств автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам

2. Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания. Баллы рейтинга, нормированные на максимальный балл, выставляемый на экзамене, %			
	«не удовлетворительно» (0 – 59)	«удовлетворительно» (60 – 74)	«хорошо» (75 – 89)	«отлично» (90 – 100)
3 семестр	Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. <u>Не знает</u> методы и средства измерения и	Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению учебного материала. <u>Имеет не систематизированные</u>	Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. <u>Знает</u> основные методы и средства измерения и контроля, обеспечивающих эффективное,	Студент самостоятельно выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины.

	<p>контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам; особенности биологических объектов, как объектов исследования; основные типы и варианты конструкции биодатчиков и электродов; основные физические принципы, лежащие в основе работы биодатчиков; метрологические характеристики, методы испытания, проверки и калибровки биодатчиков.</p>	<p><u>знания об</u> основных методах и средствах измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам; особенности биологических объектов, как объектов исследования; основные типы и варианты конструкции биодатчиков и электродов; основные физические принципы, лежащие в основе работы биодатчиков; метрологические характеристики, методы испытания, проверки и калибровки биодатчиков.</p>	<p>технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам; особенности биологических объектов, как объектов исследования; основные типы и варианты конструкции биодатчиков и электродов; основные физические принципы, лежащие в основе работы биодатчиков; метрологические характеристики, методы испытания, проверки и калибровки биодатчиков.<u>При этом допускает неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.</u></p>	<p><u>Показывает глубокое знание и понимание</u> методов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам; особенности биологических объектов, как объектов исследования; основные типы и варианты конструкции биодатчиков и электродов; основные физические принципы, лежащие в основе работы биодатчиков; метрологические характеристики, методы испытания, проверки и калибровки биодатчиков. Может обосновать выбор биосенсорных структур, опираясь на международные</p>
--	---	---	---	---

				стандарты и обеспечение эффективного, технически и экологически безопасного контроля и производства.
<p>Студент <u>не умеет</u> выражать и обосновывать собственную позицию по вопросам, касающимся методов контроля параметров материалов и датчиков, используемых в фармацевтической промышленности, самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах.</p> <p>Студент <u>не способен</u> профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы,</p>	<p>Студент <u>непоследовательно и несистематизировано</u> выражает и обосновывает собственную позицию по вопросам, касающимся методов контроля параметров материалов и датчиков, используемых в фармацевтической промышленности, самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах</p> <p>Студент <u>испытывает затруднения</u> при самостоятельной эксплуатации современного оборудования и приборов, использования технических средств и</p>	<p>Студент <u>умеет последовательно</u> эксплуатировать современное оборудование и приборы, использовать технические средства и электронные приборы для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний; в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследований</p> <p>выбирать наиболее необходимые по метрологическим характеристикам, конструктивным и</p>	<p>Студент <u>умеет последовательно и логично</u> выражать и обосновывать собственную позицию по вопросам, касающимся методов контроля параметров материалов и датчиков, используемых в фармацевтической промышленности, самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах.</p> <p>Студент <u>умеет</u> самостоятельно разрабатывать методы и средства измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур,</p>	

	<p>использовать технические средства и электронные приборы для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний; в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследований выбирать наиболее необходимые по метрологическим характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам типы и варианты конструкций биодатчиков; применять знания, полученные в ходе изучения фундаментальных базовых</p>	<p>электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; непоследовательно и с нарушением правил проводит экспертизу процессов, материалов, методов испытаний; допускает незначительные ошибки при проведении медико-биологических исследований и выборе наиболее необходимые по метрологическим характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам типов и вариантов конструкций биодатчиков; способен применять знания, полученные в ходе изучения фундаментальных базовых дисциплин</p> <p>Но при этом студент</p>	<p>электрическим параметрам типы и варианты конструкций биодатчиков; применять знания, полученные в ходе изучения фундаментальных базовых дисциплин, <u>при этом допускает незначительные неточности в алгоритмах</u> <u>экспетиз, не влияющих на её результат.</u></p> <p>Студент <u>умеет самостоятельно</u> эксплуатировать современное оборудование и приборы; использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров материалов фармацевтического и медицинского назначения с помощью биодатчиков, <u>при этом допускает незначительные технические ошибки и неточности, которые исправляет при помощи</u></p>	<p>соответствующих мировым стандартам; особенности биологических объектов, как объектов исследования; основные типы и варианты конструкции биодатчиков и электродов; основные физические принципы, лежащие в основе работы биодатчиков; метрологические характеристики, методы испытания, проверки и калибровки биодатчиков.</p> <p>Студент <u>умеет</u> использовать стандартные технические средства и универсальные электронные приборы для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; разрабатывать методы и средства автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих</p>
--	---	--	---	---

	дисциплин	затрудняется в использовании технических средств для измерения и контроля основных параметров материалов фармацевтического и медицинского назначения с помощью биодатчиков, соответствующих мировым стандартам.	<u>преподавателя.</u>	эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам.
	Студент <u>не владеет</u> основными понятиями и идеями науки о материалах и методах материаловедения, навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах; навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами	Студент <u>владеет основными</u> понятиями и идеями науки о материалах и методах материаловедения, навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах. Студент <u>в основном способен</u> выполнять исследований на современном оборудовании и приборах; владеет навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами и	Студент <u>владеет</u> основными понятиями и идеями науки о материалах и методах материаловедения, навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах; навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследований, при этом <u>допускает</u> <u>незначительные ошибки и</u>	Студент показывает <u>глубокое и полное владение</u> всем объемом изучаемой дисциплины в части способности самостоятельно выполнения исследований на современном оборудовании и приборах; навыками выбора типа и варианта материалов и конструкций биодатчиков в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследования, удовлетворяющего по метрологическим

	<p>и задачами проведения медико-биологических исследований, удовлетворяющего по метрологическим характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам; методами и навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах. Студент <u>не владеет</u> способностью использования технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; основами разработки методов и средств</p>	<p>задачами проведения медико-биологических исследований, но допускает ошибки в расчете метрологических характеристик, определении конструктивных и электрических параметров; методами и навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах. Студент <u>не уверенно владеет</u> способностью использования технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; основами разработки методов и средств автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство</p>	<p><u>недочеты</u> при воспроизведении изученного материала. Студент <u>в основном способен</u> выполнять исследований на современном оборудовании и приборах; владеет навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами и задачами проведения медико-биологических исследований, но <u>допускает ошибки в расчете</u> метрологических характеристик, определении конструктивных и электрических параметров. Студент <u>владеет</u> способностью использования технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; основами разработки методов и средств</p>	<p>характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам; методами и навыками выполнения исследований на современном оборудовании и приборах. Студент <u>владеет навыками</u> <u>установления межпредметных и внутрипредметных связей</u>, творчески применяет полученные знания, способен использовать технические средства и электронные приборы для измерения и контроля основных параметров материалов с помощью биодатчиков; основами разработки методов и средств автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически</p>
--	---	--	---	--

	автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам	материалов и структур, соответствующих мировым стандартам	автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов, соответствующих мировым стандартам, <u>способен самостоятельно исправить обнаруженные преподавателем ошибки и недочеты.</u>	безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам.
--	---	---	---	--

3. Оценочные средства

3.1 Задания для текущего контроля

а) Отчеты по лабораторным и практическим занятиям

В процессе выполнения заданий по лабораторным и практическим занятиям студенты должны сформировать письменные отчеты по результатам выполнения практических и лабораторных заданий, в которых они самостоятельно рассматривают поставленную преподавателем проблему в соответствии с индивидуальным заданием. Отчет в письменной форме является одним из механизмов отработки первичных навыков научно-исследовательской работы и представления результатов исследований.

Требования к отчету

Содержание отчета по практическим и лабораторным занятиям должно учитывать требования к отчету о научно-исследовательской работе, установленные Межгосударственным стандартом ГОСТ 7.32-2001.

Во введении необходимо сформулировать цель и задачи работы, обосновать актуальность, научную новизну, практическую значимость рассматриваемого материала, связь решаемой проблемы с работами других авторов.

В практической части работы необходимо в логической последовательности изложить ход и порядок выполнения решаемой задачи, отразить этапы ее выполнения с необходимой степенью детализации.

В заключительной части отчета обязательно наличие основных результатов и выводов по затронутым проблемам. Только при соблюдении этих требований может оцениваться уже собственно содержательная часть работы.

Критерии оценивания

Лабораторная работа или практическое задание считается выполненным в том случае, если:

- студент представил отчет о проделанной работе, соответствующий предъявляемым требованиям к структуре и оформлению;
- содержание отчета соответствует заявленной теме, демонстрирует способность студента к самостоятельной исследовательской работе;
- отчет содержит самостоятельные выводы студента, аргументированные с помощью данных, представленных в научной литературе.

Лабораторная работа или практическое задание считается невыполненным в том случае, если:

- структура и оформление отчета не соответствуют предъявляемым требованиям;
- содержание отчета носит реферативный или формальный характер;

- отсутствуют самостоятельные выводы студента по исследуемой теме.

3.1.1 Задания для практических занятий

1) Биодатчики для медицины и фармацевтики

Цель задания: научиться выбирать биодатчики в зависимости от их применения и конкретных задач

Задание: провести анализ литературных источников для ознакомления с различными классами биодатчиков, областями их использования. Систематизировать биодатчики в зависимости от области применения, типа трансдьюсера, типа биоселективного элемента, принципа работы и пр. Выявить «слабые» места, сформулировать существующие проблемы в области экспертизы материалов, методов исследования биообъектов. Подготовить доклад.

2) Статические и динамические характеристики биодатчиков.

Цель задания: научиться определять необходимый минимум проведения комплекса различных измерений для различных классов биодатчиков в зависимости от их параметров, физических принципов работы, конструкций для обеспечения необходимой точности и достоверности результатов при производстве фармацевтической и медицинской продукции.

Задание: провести анализ литературных источников, систематизировать параметры характеристики биодатчиков в зависимости от типа трансдьюсера, принципа работы, регистрируемого аналита и пр. Подготовить доклад.

3) Контроль концентрации субстратов и биотехнологических продуктов.

Цель задания: Изучить основные физические принципы, лежащие в основе методы контроля с помощью титриметрических, оптических и биохимических (ферментативных) с помощью биодатчиков.

Задание: проанализировать и классифицировать эффекты, лежащие в основе работы титриметрических, оптических и биохимических (ферментативных) биодатчиков. Проанализировать преимущества и недостатки каждого метода, достижимые значения наиболее важных параметров (физический предел, обусловленный физико-химическими процессами), обозначить области применения каждого метода.

4) Потенциометрические методы контроля pH и ионного состава. Датчики pH и ионоселективные электроды.

Цель задания: научиться выбирать материалы для создания pH - датчиков и ионоселективных электродов.

Задание: проанализировать и классифицировать материалы, используемые для создания pH - датчиков и ионоселективных электродов. Провести анализ научных публикаций последних лет для выявления наиболее перспективных направлений для

улучшения параметров потенциометрических датчиков за счет использования современных материалов и технологий.

5) Основные параметры контроля и управления биотехнологическими процессами. Общие требования к методам и средствам контроля. Современное состояние методов и средств автоматического контроля в биотехнологии.

Цель задания: изучение общих требований к методам и средствам контроля. Изучение специфики контроля и управления биотехнологическими процессами. Установление роли биодатчиков как первичных преобразователей информации в автоматизации процессов измерения

Задание: проанализировать общие требования к методам и средствам контроля, специфику контроля и управления биотехнологическими процессами. Подготовить доклад на заданную тему и презентацию, содержащую графическое изображение (в виде диаграмм, графов) результатов проведенных анализа и классификации.

Перечень лабораторных работ (примерный)

1) Проведение измерений с помощью потенциометрического биосенсора

Цель работы: изучить принцип работы потенциометрического биосенсора, получить навыки использования Потенциометрического биосенсора для определения параметров и характеристик физиологических растворов

Задание: с помощью потенциометрического биосенсора измерить потенциал рабочего электрода относительно электрода сравнения в электрохимической ячейке, получить информацию о pH раствора, активности ионов в электрохимической реакции, концентрации аналита.

2) Проведение измерений с помощью амперометрического биосенсора

Цель работы: изучить принцип работы амперометрического биосенсора, получить навыки использования потенциометрического биосенсора для определения параметров и характеристик физиологических растворов.

Задание: с помощью амперометрического биосенсора измерить динамику изменения тока, возникающего вследствие окисления или восстановления молекул аналита в биохимической реакции, протекающей в растворе.

3) Построение математической модели амперометрического биосенсора

Цель работы: получение навыков по разработке и модификации биосенсоров на основе прогнозов, полученных при математическом моделировании параметров и характеристик биосенсоров.

Задание: с помощью системы сбора и анализа данных LabVIEW 8.5 реализовать математическую модель амперометрического биосенсора, объясняющую поведение кривой

выходного сигнала амперометрического биосенсора с кислородочувствительным трансдьюсером.

4) Проведение измерений с помощью биосенсора на основе ион-селективного полевого транзистора

Цель работы: изучить принцип работы биосенсора на основе ион-селективного полевого транзистора

Задание: исследовать параметры физиологического раствора с помощью биосенсора на основе ион-селективного полевого транзистора. Рассчитать чувствительность к исследуемому аналиту, определить порог обнаружения и точность измерений.

5) Проведение измерений с помощью оптического биосенсора.

Цель работы: изучить принцип работы оптического биосенсора

Задание: с помощью оптического биосенсора определить изменение оптических свойств реагента, происходящего при взаимодействии определяемого компонента с иммобилизованным реагентом посредством регистрации электромагнитного излучения от реагента при его освещении. Исследовать возможность увеличения чувствительности и других параметров оптического биодатчика при использовании в качестве чувствительного слоя нанокompозитный материал.

6) Калибровка биодатчика — установление зависимости между показаниями средства измерительной техники (прибора) и размером измеряемой (входной) величины

Цель работы: проводить контроль материалов (сред), используемых в медицине и фармацевтике с помощью биодатчиков, обеспечивая надлежащее качество и точность измерений.

Задание: установить зависимости между показаниями биодатчиков различных типов (выходным сигналом) и размером измеряемой (входной) величины.

3.2 Промежуточная аттестация

Методические указания

Промежуточная аттестация по дисциплине «Измерение и контроль основных параметров материалов и биодатчиков» проводится в виде экзамена. Учебным планом по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки «Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения» предусмотрена одна промежуточная аттестация по всем разделам данной дисциплины. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных, лабораторных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент

пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (см. перечень литературы в рабочей программе дисциплины).

Критерии оценивания

Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему изучаемому материалу. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, уметь аргументировать свои утверждения и приводить соответствующие практические примеры. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 2).

Список вопросов, выносимых на экзамен

1. Использование сенсоров в медицине и фармацевтике. Классификация измерений в фармацевтике и медицине.
2. Проблемы измерения медико-биологических показателей.
3. Перспективы создания современных биодатчиков и электродов.
4. Понятие об измерительном преобразователе. Определение и назначение измерительного преобразователя. Характеристики и параметры измерительного преобразователя.
5. Принципы преобразования неэлектрических величин в электрически сигналы.
6. Понятие «датчик биомедицинской информации» (ДБИ). Основные специальные и метрологические требования, предъявляемые к ДБИ. Классификация ДБИ.
7. Определения биосенсора. Распознающие элементы. Чувствительные элементы биодатчиков. Трансдюсеры и детектирующие устройства
8. Методы иммобилизации Аналитические характеристики.
9. Электрохимические трансдюсеры.
10. Потенциометрические биосенсоры.
11. Оптические сенсоры.
12. Основные характеристики и параметры биосенсоров и методы их измерения и контроля
13. Тензометрические полупроводниковые чувствительные элементы. Гальваномагнитные чувствительные элементы. Емкостные чувствительные элементы.
14. Электроды и электродные системы. Классификация электродов для биомедицинских исследований. Основные характеристики электродов Металлические электроды. Полупроводниковые микрoэлектронные электроды. Электроды для медицинской техники.
15. Распознавание биологических объектов. Распознавание молекул с помощью спектроскопии. Распознавание молекул с помощью химических реагентов.

реагентов. Распознавание ионов. Аналитические характеристики биосенсоров. Микроаналитические системы.

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством (протокол № 5 от 14.01 2018 года).

Автор: доцент кафедры материаловедения,
технологии и управления качеством,
к.ф.-м.н. С.В. Стецюра С.В. Стецюра