

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Электроники и биомедицинских технологий

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«УПРАВЛЕНИЕ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Уровень подготовки
высшее образование – бакалавриат

Направление подготовки (специальность)
12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность подготовки (профиль, специализация)
Инженерное дело в медико-биологической практике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения: **очная**

Уфа 2015

Исполнитель: профессор, д.т.н. Ефанов В.Н.
Должность Фамилия И. О.

Заведующий кафедрой ЭиБТ: проф. д.т.н. Жернаков С.В.
Должность Фамилия И. О.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление в биотехнических системах» является дисциплиной *вариативной* части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *бакалавра 12.03.04 Биотехнические системы и технологии*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "12" марта 2015 г. № 216.

Целью дисциплины является теоретическое и практическое освоение современных представлений о принципах биотехнического взаимодействия на основе единого описания поведения взаимосвязанных биологических и технических объектов с позиций системного анализа, теории сложных систем и прикладной биологии, позволяющих выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений.

Задачи дисциплины:

- изучение общих закономерностей процессов управления в биотехнических системах, основных законов построения систем автоматического управления, основных подходов к принятию решений в условиях различной информированности лиц принимающих решение, тенденций развития автоматических биотехнических систем для обеспечения жизнедеятельности человека;

- формирование знаний о принципах экспериментального исследования динамических характеристик систем управления, их звеньев и подсистем, включая математические модели систем управления, способы их исследования на установившихся и переходных режимах, методы анализа устойчивости, точности и качества процессов управления;

- приобретение навыков по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений о структуре и алгоритмах функционирования систем управления биотехническими системами в условиях неопределенности с целью построения адекватных окружающему миру систем управления биотехническими системами.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений	ПК-1	- принципы экспериментального исследования динамических характеристик систем управления, их звеньев и подсистем; - методы интерпретации и математических моделей биотехнических систем управления; - правила проверки корректности и эффективности и методов анализа и обеспечения показателей точности и качества систем управления.	- выполнять эксперименты по исследованию динамических моделей биотехнических систем управления; - интерпретировать результаты расчетов основных видов автоматических устройств и систем биомедицинского назначения; - проверять корректность и эффективность оптимальных управляющих решений в автоматизированных системах управления здравоохранением.	- навыками выполнения расчетов и вычислительных экспериментов на ЭВМ; - навыками проверки корректности и эффективности и решений, направленных на развитие теории управления, моделирования биотехнических систем управления для разработки перспективных биотехнических и медицинских систем.

Содержание разделов дисциплины

<i>№</i>	<i>Наименование и содержание раздела</i>
1	<p>Введение. Основные понятия и определения, принципы автоматического управления</p> <p>Предмет, цель курса и связь его с другими дисциплинами направления. Биотехнические системы (БТС). Особенности управления в биологических и технических объектах. Автоматические БТС с человеком-оператором (эргатические системы). Задачи исследования автоматических БТС. Перспективы дальнейшего развития теории автоматического управления.</p> <p>Понятие об объекте управления, регуляторе, системе управления; основные переменные величины систем управления; функциональные схемы систем управления; разомкнутые, замкнутые, комбинированные системы; неприспосабливающиеся системы управления: стабилизации, программного управления, следящие системы; адаптивные системы управления: с переменной структурой, экстремальные, самонастраивающиеся системы; линейные и нелинейные системы, непрерывные и дискретные, стационарные и с переменными параметрами, с сосредоточенными и распределенными параметрами; функциональные элементы систем управления.</p>
2	<p>Уравнения, передаточные функции и динамические характеристики линейных автоматических систем</p> <p>Математическое описание элементов системы автоматического управления; порядок составления уравнений элементов и систем; уравнения установившегося режима и уравнения движения: уравнения "вход-выход", уравнения состояния, уравнения в фазовых координатах; линеаризация нелинейных уравнений динамических звеньев, правила линеаризации и свойства уравнений в отклонениях, приведение линеаризованных уравнений к безразмерному виду, физический смысл коэффициентов уравнений.</p> <p>Свободные и вынужденные процессы в линейных системах управления; расчет свободного движения, расчет вынужденных процессов при типовых входных воздействиях; временные характеристики систем управления: переходная функция и функция веса; реакция системы на произвольное входное воздействие.</p> <p>Операторные методы исследования систем управления: основные свойства преобразования Лапласа, применяемые при исследовании динамики систем управления; решение уравнений движения операторным методом: передаточная функция системы.</p> <p>Расчет вынужденных процессов при гармоническом входном воздействии; преобразование Фурье; амплитудно-фазовая частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией; годограф амплитудно-фазовой частотной характеристики; амплитудная, фазовая, вещественная и мнимая частотные характеристики; логарифмические</p>

	<p>частотные характеристики звеньев и их соединений, асимптотические логарифмические характеристики</p>
3	<p>Типовые динамические звенья систем автоматического управления. Понятие о типовых динамических звеньях; дифференциальные уравнения, временные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики безынерционного звена, интегрирующего, дифференцирующего, апериодического и форсирующего звеньев первого порядка, колебательного и консервативного звеньев; специальные виды динамических звеньев: неминимально-фазовые звенья, звенья с распределенными параметрами.</p>
4	<p>Структурные схемы и правила их преобразования Понятие о структурной схеме системы управления, основные элементы структурных схем систем управления; виды соединения динамических звеньев в структурных схемах: последовательное и параллельное соединения, соединение с обратной связью; преобразования структурных схем: правила переноса узла и сумматора через звено, устранение неединичной обратной связи; разомкнутый и замкнутый контуры систем управления: передаточные функции систем управления для регулируемой переменной и функции ошибки по задающему и возмущающим воздействиям</p>
5	<p>Устойчивость непрерывных линейных систем автоматического управления Понятие об устойчивости систем управления: устойчивость состояния равновесия и устойчивость движения; определение понятия устойчивости по А.М.Ляпунову; условие устойчивости линейных систем управления, граница устойчивости; суждение об устойчивости по уравнениям первого приближения, теоремы 1-ой метода А.М.Ляпунова; необходимое и достаточное условие устойчивости. Понятие о критериях устойчивости, виды критериев устойчивости; алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица, понятие о нейтральной (орбитальной) устойчивости и колебательной границе устойчивости; графоаналитический критерий устойчивости Михайлова: свойства характеристического годографа, оценка устойчивости по вещественной и мнимой частям годографа; частотный критерий устойчивости Найквиста: свойства годографа Найквиста, оценка устойчивости по виду годографа амплитудно-частотной характеристики разомкнутой системы, особенности оценки устойчивости для устойчивой, неустойчивой разомкнутой системы и разомкнутой системы, находящейся на границе устойчивости, абсолютно и условно устойчивые системы, запасы устойчивости системы по фазе и амплитуде; анализ устойчивости по виду логарифмических частотных характеристик разомкнутой системы; понятие о корневом годографе системы, корневые годографы в плоскости одного и двух параметров, оценка устойчивости систем управления по корневому годографу.</p>
6	<p>Методы оценки точности и качества процессов управления</p>

	<p>Точность систем управления в установившихся режимах: виды установившихся ошибок, зависимость величины ошибки от точки приложения воздействия и свойств системы управления, ошибки по задающему и возмущающему воздействию, статические и астатические системы, порядок астатизма системы, условие обеспечения заданного порядка астатизма, точность систем управления при произвольном входном воздействии, коэффициенты ошибок системы. Понятие о качестве управления в систем управления: прямые и косвенные методы оценки качества процесса регулирования; анализ качества по виду переходной функции: монотонные и немонотонные, колебательные переходные процессы и процессы с перерегулированием, показатели качества процесса управления. Понятие о критериях качества: корневые критерии качества, степень устойчивости и коэффициент колебательности системы, их влияние на показатели качества, влияние нулей системы на качество процессов управления; частотные критерии качества: связь переходной функции системы с ее вещественной частотной характеристикой, свойства вещественной частотной характеристики и оценка качества переходного процесса по виду этой характеристики; анализ качества по виду амплитудно-фазовой частотной характеристики разомкнутой системы, влияние запасов устойчивости на величину перерегулирования системы; оценка качества по максимуму амплитудно-частотной характеристики замкнутой системы; интегральные оценки качества: линейные интегральные оценки и способы их вычисления, квадратичные оценки качества, формулы Красовского для их вычисления, улучшенная квадратичная оценка; методы обеспечения заданных показателей качества управления. Повышение точности и улучшение качества процесса регулирования, синтез систем управления по логарифмическим амплитудным характеристикам: выбор желаемых ЛАХ, построение ЛАХ последовательных и параллельных корректирующих звеньев.</p>
7	<p>Нелинейные системы автоматического управления. Особые системы автоматического управления Классификация нелинейных САУ: нелинейные системы 1-го и 2-го рода, типовые нелинейные характеристики; особенности динамики нелинейных систем; точные методы исследования нелинейных систем: метод фазовой плоскости, способы построения и исследования фазового портрета нелинейной системы, особые точки и особые линии фазового портрета, построение кривой переходного процесса по фазовым траекториям, метод точечных преобразований, метод изоклин, 2-ая метода (прямой метод) А.М.Ляпунова, теоремы прямого метода, способы построения функций Ляпунова - способ А.М.Ляпунова, способ канонических уравнений А.И.Лурье, частотный критерий абсолютной устойчивости В.М.Попова; приближенные методы исследования нелинейных систем: метод гармонической линеаризации, условия применимости метода, вычисление коэффициентов гармонической линеаризации, аналитические и графоаналитические способы</p>

	<p>определения параметров автоколебаний и их устойчивости, метод Л.С.Гольдфарба.</p> <p>Импульсные и цифровые автоматические системы, типы импульсных звеньев, способы математического описания элементов и систем, описание во временной области: понятие о решетчатой функции, разностные уравнения, описание в частотной области: дискретное преобразование Лапласа и его свойства, z-преобразование, передаточные функции и частотные характеристики, алгоритмы расчета; критерии и алгоритмы исследования устойчивости импульсных САУ, особенности динамики цифровых САУ.</p> <p>Адаптивные и оптимальные САУ. Основные виды адаптивных систем: замкнутые и разомкнутые, поисковые и беспоисковые, экстремальные, самонастраивающиеся и эквивалентные адаптивным. Понятие об оптимальных системах, применение классического вариационного исчисления для аналитического конструирования регуляторов, использование принципа максимума Л.С.Понтрягина для решения задач максимального быстродействия, особенности динамического программирования и синтез оптимальных систем</p>
8	<p>Принципы разработки и реализации управленческих решений. Информационные технологии принятия управленческих решений</p> <p>Организация и информационное обеспечение процесса разработки решений. Этапы процесса разработки решений. Информационное обеспечение процесса разработки решений. Управленческие процессы. Проектирование управленческих процессов. Основные принципы рациональной организации процессов: пропорциональность, непрерывность, параллельность, прямоочность, ритмичность, концентрация однородных предметов труда в одном месте, гибкость процесса. Сетевое планирование и управление. Сетевой график. Информационное обеспечение процесса разработки решений. Способы классификации информации по объекту, по принадлежности к подсистеме системы менеджмента, по форме передачи, по изменчивости во времени, по способу передачи, по режиму передачи, по назначению, по стадии жизненного цикла, по отношению объекта управления и их использование при кодировании информации. Основные требования к качеству информации Организация массива информации. Организация потоков информации. Организация технологического процесса переработки информации с помощью новых информационных технологий. Функции новых информационных технологий.</p> <p>Оптимизация и реализация управленческих решений. Методы оптимизации решений: анализ, прогнозирование, моделирование – логическое (диаграмма Исикавы), физическое и экономико-математическое. Основные этапы процесса моделирования. Требования к оформлению решений. Критерии качества оформления документов. Обязательные атрибуты документов. Государственные стандарты Российской Федерации, регламентирующие правила оформления межотраслевой документации. Система контроля и мотивации реализации управленческих решений. Предметы контроля по</p>

подсистемам системы менеджмента. Требования к учету: обеспечение полноты, динамичности, системности, преемственности. Автоматизация учета на основе компьютерной техники. Модель мотивации поведения. Принципы мотивации к труду с использованием матрицы потребностей. Иерархическая структура потребностей по Абрахаму Маслоу.

Системы поддержки принятия решений. Методика выбора оптимального варианта. Алгоритмы функционирования СППР: этап прогнозирования, этап оценки, этап принятия решения. Граф декомпозиции и оптимальной композиции операции выбора. Интервальные алгоритмы поддержки принятия решения. Абсолютный критерий предпочтения, безусловный критерий предпочтения, условный критерий предпочтения.

Экспертные системы. Методы экспертного оценивания. Методы индивидуального экспертного оценивания: попарное сравнение, сортировка и ранжирование, балльное оценивание и их модификации. Методы группового экспертного оценивания: анкетирования, “комиссий”, коллективной генерации идей, комплексные. Организация и проведение экспертного оценивания: формирование цели и задач оценивания, формирование группы управления и оформление решения на проведение оценивания, выбор метода получения экспертной информации и способа ее обработки, подбор экспертной группы и формирование при необходимости анкет опроса, опрос экспертов (экспертиза), обработка и анализ результатов экспертизы, интерпретация полученных результатов, составление отчета. Метод Дельфи. Функции группы управления и экспертной группы. Оценка компетентности эксперта с точки зрения его профессиональной подготовки, а также методами самооценки и взаимной оценки. Основные процедуры опроса экспертов: индивидуальные и групповые, очные и заочные, открытые и закрытые. Нечеткие экспертные системы. Формирование и формализация экспертной информации в форме нечетких суждений. Понятие нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами. Формализация функций принадлежности, выражающих суждения экспертов в графической форме и соответствующих наиболее широко распространенным психологическим доминантам экспертов. Методы получения экспертной информации: методы обработки и анализа ранжировок, методы обработки и анализа балльных и точечных оценок. Способы определения коэффициентов относительной важности: непосредственной численной оценки, балльного оценивания, попарных сравнений. Методика комплексной оценки эффективности объектов проектирования применительно к используемому способу выработки решающего правила.

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.