

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

«ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА»

учебно-методическое пособие для обучающихся
по специальности 30.05.02 «медицинская биофизика»

КАЗАНЬ 2019

УДК 007.52; 577.3; 612
ББК 1; 28.071; 28.073

Печатается по решению Центрального координационно-методического совета ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России

Составители:

Захаров Андрей Викторович, к.б.н., ассистент кафедры нормальной физиологии КГМУ

Зефилов Андрей Львович, д.м.н., проф., заведующий кафедрой нормальной физиологии КГМУ

Рецензенты:

Гайнутдинов Халил Латыпович, д.б.н., проф., в.н.с. НИЛ «Двигательная нейро-реабилитация», профессор кафедры физиологии человека и животных, КФУ

Шайхутдинова Асия Равильевна, к.б.н., доцент кафедры медицинской и биологической физики с информатикой и медицинской аппаратурой, КГМУ

Физиологическая кибернетика: учебно-методическое пособие по дисциплине / Захаров А.В., Зефилов А.Л. – Казань: КГМУ, 2019. – 68 с.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «физиологическая кибернетика» предназначено для обучающихся по специальности «медицинская биофизика».

СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЩЕНИЕ К ОБУЧАЮЩИМСЯ	5
1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6
2. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСЕЩАЕМОСТИ	7
3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ	8
4. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ	10
5. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	11
6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
7. ТЕЗИСЫ ЛЕКЦИЙ, ПЛАНЫ ЗАНЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	17
Лекция № 1 «Введение в кибернетику: общие понятия, объект и предмет кибернетики»	17
Занятие № 1 «Введение в кибернетику: общие понятия, объект и предмет кибернетики»	18
Лекция № 2. «Методы построения и исследования кибернетических систем»..	19
Занятие № 2 «Методы построения и исследования кибернетических систем»..	21
Лекция № 3. «Основы моделирования сложных систем»	22
Занятие № 3 «Основы моделирования сложных систем»	24
Лекция № 4 «Стратегии и этапы построения моделей»	25
Занятие № 4 «Стратегии и этапы построения моделей»	26
Лекция № 5 «Обратные связи систем управления»	27
Занятие № 5 «Обратные связи систем управления»	29
Лекция № 6 «Неаналитические методы исследования сложных систем».....	30
Занятие № 6 «Неаналитические методы исследования сложных систем».....	31
Лекция № 7 «Современные подходы к вычислительным задачам»	33
Занятие № 7 «Современные подходы к вычислительным задачам»	35

Лекция № 8 «Основные задачи управления»	36
Занятие № 8 «Основные задачи управления»	37
Лекция № 9 «Принципы управления сложными системами»	38
Занятие № 9 «Принципы управления сложными системами»	39
Лекция № 10 «Устойчивость, управляемость, показатели качества систем управления»	40
Занятие № 10 «Устойчивость, управляемость, показатели качества систем управления»	42
Лекция № 11 «Декомпозиция систем управления и взаимодействие подсистем»	43
Занятие № 11 «Декомпозиция систем управления и взаимодействие подсистем»	44
Лекция № 12 «Наблюдение как специальная задача управления»	45
Занятие № 12 «Наблюдение как специальная задача управления»	46
Лекция № 13 «Идентификация как специальная задача управления»	47
Занятие № 13 «Идентификация как специальная задача управления»	48
Лекция № 14 «Постановка задач исследования физиологических систем»....	49
Занятие № 14 «Постановка задач исследования физиологических систем»...	50
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	53

ОБРАЩЕНИЕ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Дорогой студент! Данное учебно-методическое пособие по физиологической кибернетике предназначено для обучающихся по специальности «медицинская биофизика». Пособие содержит описание целей и задач освоения дисциплины, перечень компетенций, формируемых в процессе обучения, критерии оценок, краткое содержание курса, структурированное по темам, контрольные тестовые задания по каждой теме, примеры задач, темы реферативных работ, итоговые вопросы. Приведены перечни основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для самостоятельной работы обучающихся.

Желаем успехов в освоении дисциплины!

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цель освоения дисциплины: научить студентов применению основных принципов и методов математического моделирования для создания моделей физиологических систем различного уровня организации и использованию математических моделей физиологических систем в теоретических исследованиях (для исследования их свойств и поведения в различных условиях, например, в организме человека) и в практической деятельности врача.

Задачи освоения дисциплины: формирование у студентов формализованного подхода к описанию явлений в биологических системах, навыков синтеза, элементарного анализа и применения математических моделей процессов, происходящих в живой природе; ознакомление с основными принципами представления физиологических систем в терминах модельного подхода; формирование понимания специфики живых систем управления; научить основам анализа и численного решения математических моделей; дать основы аналитической работы с научной, справочной литературой; анализ и использование медико-биологических и информационных технологий; планирование биофизических, биохимических, клинических лабораторных исследований с целью постановки диагноза заболеваний хирургического и неврологического профиля; внедрение новых научных диагностических методов исследования, в том числе основанных на высоких технологиях; развитие научно-популярной деятельности по актуальным вопросам медицинской биофизики.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач
- ПК-6 способность к применению системного анализа в изучении биологических систем
- ПК-11 способность и готовность к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биофизических и иных процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСЕЩАЕМОСТИ

Посещение лекционных и практических занятий является обязательным. Присутствие будет фиксироваться в журналах лекций и семинаров. В случае заболевания или других причин, по которым Вы не сможете присутствовать на занятиях, Вы должны поставить в известность деканат и кафедру, предоставить медицинскую справку или разрешение деканата на пропуск занятий по уважительной причине. Отработка пропущенных лекций может быть проведена на образовательном портале. Преподаватели сообщат вам конкретные сроки открытия ресурсов. Отработка пропущенных семинарских занятий потребует выполнение всех видов практических заданий, предусмотренных программой дисциплины на этих занятиях.

Студенты, которые пропустили более 50% занятий, должны будут пройти дисциплину повторно.

Студенты, которые считают, что на оценку его работы, повлияли чрезвычайные обстоятельства, могут написать мотивированное объяснение заведующему кафедрой или в деканат.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Виды текущего контроля:

- устный опрос по изученным темам;
- устный доклад на заданную или выбранную тему с последующим анализом;
- тестирование;
- письменная (модульная) контрольная работа;

Критерии оценки текущего контроля:

Оценка устных сообщений

10 баллов ставится, если студент:

- всесторонне понимает сущность вопроса, дает точное определение и исчерпывающее истолкование основных понятий;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, свободно применяет знания в новой ситуации;
- устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом из настоящего курса, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- свободно владеет научной терминологией.

9 баллов ставится, если студент:

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом из настоящего курса, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- владеет научной терминологией.

8 баллов ставится, если студент:

- ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на 9 баллов, но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- студент допустил одну ошибку или не более двух недочётов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.

7 баллов ставится, если студент:

- правильно понимает сущность вопроса, но в ответе имеются отдельные пробелы;

– допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов.

Менее 7 баллов ставится, если студент:

– не правильно понимает сущность вопроса,

– не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочётов, чем необходимо для оценки 7 баллов;

– не может ответить ни на один из поставленных вопросов

Оценка тестов

90-100 баллов (высокий результат) ставится, если:

-правильно выполнено 90-100% заданий

80-89 баллов (средний результат) ставится, если:

-правильно выполнено 80-89% заданий

70-79 баллов (минимальный результат) ставится, если:

-правильно выполнено 70-79% заданий

менее 70 баллов (результат не достигнут) ставится, если:

-правильно выполнено менее 70% заданий

Оценка письменной (модульной) контрольной работы

«Отлично» (90-100 баллов) – дан правильный ответ, объяснена сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значимость для нормального функционирования органов и систем, при необходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент использует дополнительную литературу.

«Хорошо» (80-89 баллов) – дан краткий правильный ответ, объяснены сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значимость для нормального функционирования органов и систем, при необходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент не использует дополнительную литературу.

«Удовлетворительно» (70-79 баллов) – дан краткий ответ на вопрос, допущены ошибки, не объяснена сущность процессов управления физиологическими процессами, дан не полный анализ результатов модельных исследований.

«Неудовлетворительно» (0-69 баллов) – дан неправильный ответ, задача не решена.

4. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Промежуточная аттестация – зачёт с оценкой.

Секрет успешной сдачи зачёта или экзамена по любому предмету прост: нужно посещать лекции и практические (семинарские) занятия, постоянно готовиться к занятиям и активно участвовать в обсуждении вопросов, не бояться задавать вопросы преподавателю. Всё это позволит Вам своевременно сдавать зачёты, модули и контрольные работы и упростит запоминание материала курса.

Промежуточная аттестация состоит из следующих этапов: устный отчёт о решении семестровой модельной задачи, в который входит демонстрация алгоритма (или его частей) и/или работающей программы, объяснение принципа реализации данной модели и назначения отдельных частей программы (алгоритма). Зачёт по теоретической части. В билете содержится два вопроса из разных разделов дисциплины (вместе с теоретическими вопросами могут даваться ситуационные задачи). Оценка, полученная на зачёте, вносится в суммарный рейтинг студента, в который также включаются посещение аудиторных занятий, текущие оценки и оценки по зачётам (модулям), дополнительные оценки по реферативным докладам, активность учащегося на практических занятиях, и пр.

Критерии оценки промежуточной аттестации:

менее 70 баллов – обучающийся имеет разрозненные знания с существенными ошибками, допускает ошибки в терминологии, не может проанализировать структуры систем управления.

70-79 баллов – обучающийся частично владеет материалом, допускает ошибки в терминологии, в логических последовательностях, механизмах управления, значимости элементов систем управления физиологическими процессами.

80-89 баллов – обучающийся знает основной материал, но не в полной мере владеет дополнительной информацией. Ответ содержит незначительные ошибки в логических последовательностях.

90-100 баллов – обучающийся в полном объёме владеет основным материалом, владеет дополнительной информацией, способен анализировать процессы и механизмы систем управления, раскрывать взаимосвязь элементов систем.

5. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1 уровень – оценка знаний

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

– тесты;

Например: **Относительное значение величины первого выброса при переходном процессе называется:** А) целевым рассогласованием; Б) перерегулированием; В) стабилизацией;

Расположите задачи управления в иерархическом порядке: А) тактические; Б) стратегические; В) локальные

Критерии оценки:

Оценка по тесту выставляется пропорционально доле правильных ответов:

90-100% - оценка «отлично»

80-89% - оценка «хорошо»

70-79% - оценка «удовлетворительно»

Менее 70% правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

– написание рефератов и/или подготовка презентаций;

Например: **«Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, социология, экология, экономика); «Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ»;**

Критерии оценки:

«Отлично» (90-100 баллов) – реферат в полной мере раскрывает тему, студент рассказывает, практически не заглядывая в текст и отвечает на все дополнительные вопросы.

«Хорошо» (80-89 баллов) – реферат раскрывает тему, но требует дополнений, студент рассказывает, опираясь на текст, но не зачитывая его и отвечает на все дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно» (70-79 баллов) – реферат раскрывает тему, но требует дополнений, студент не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, частично зачитывает текст при рассказе.

«Неудовлетворительно» (0-69 баллов) – реферат не раскрывает тему, студент не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, зачитывает текст.

– индивидуальное собеседование и/или письменные ответы на вопросы;

Критерии оценки:

«Отлично» (90-100 баллов) – Обучающийся в полном объёме владеет основным материалом, владеет дополнительной информацией, способен анализировать процессы и механизмы, раскрывать взаимосвязь элементов систем.

«Хорошо» (80-89 баллов) – Обучающийся знает основной материал, но не в полной мере владеет дополнительной информацией. Ответ содержит незначительные ошибки в логических последовательностях.

«Удовлетворительно» (70-79 баллов) – Обучающийся частично владеет материалом, допускает ошибки в терминологии, в логических последовательностях, механизмах управления, значимости элементов систем управления физиологическими процессами.

«Неудовлетворительно» (0-69 баллов) – Обучающийся имеет разрозненные знания с существенными ошибками, допускает ошибки в терминологии, не может проанализировать структуры систем управления.

2 уровень – оценка умений

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие типы контроля:

– решение и составление ситуационных задач;

Например: **«Стабилизация параметров организма основано на принципе обратных связей. К чему приведёт увеличение/уменьшение коэффициента обратной связи?»**

– задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;

Например: **«Опишите этапы генерации управляющего воздействия?»**

– нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);

Например: **«Расставьте задачи управления в порядке повышения иерархического уровня: тактические, локальные, стратегические».**

Критерии оценки:

«Отлично» (90-100 баллов) – дан правильный ответ, объяснена сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значи-

мость для нормального функционирования органов и систем, при необходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент использует дополнительную литературу.

«Хорошо» (80-89 баллов) – дан краткий правильный ответ, объяснены сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значимость для нормального функционирования органов и систем, при необходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент не использует дополнительную литературу.

«Удовлетворительно» (70-79 баллов) – дан краткий ответ на вопрос, допущены ошибки, не объяснена сущность процессов управления физиологическими процессами, дан не полный анализ результатов модельных исследований.

«Неудовлетворительно» (0-69 баллов) – дан неправильный ответ, задача не решена.

3 уровень – оценка навыков

Для оценивания результатов обучения в виде навыков используются следующие типы контроля:

– задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);

Например: Какие управляющие воздействия могут способствовать изменению артериального давления крови на коротких/длительных интервалах времени?

– задания на оценку последствий принятых решений и эффективность выполнения задач управления;

Например. Экипаж самолёта в экстренной ситуации предпринимает разные схемы управления самолётом за короткий промежуток. Оцените эффективность данного решения с точки зрения скорости переходных процессов и времени отклика эффекторов.

Критерии оценки:

«Отлично» (90-100 баллов) – дан правильный ответ, объяснена сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значимость для нормального функционирования органов и систем, при необходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент использует дополнительную литературу.

«Хорошо» (80-89 баллов) – дан краткий правильный ответ, объяснены сущность и механизмы управления физиологическими процессами, раскрыта их значимость для нормального функционирования органов и систем, при не-

обходимости дан анализ результатов модельных исследований, студент не использует дополнительную литературу.

«Удовлетворительно» (70-79 баллов) – дан краткий ответ на вопрос, допущены ошибки, не объяснена сущность процессов управления физиологическими процессами, дан не полный анализ результатов модельных исследований.

«Неудовлетворительно» (0-69 баллов) – дан неправильный ответ, задача не решена.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы / темы	Всего (акад час.)	Виды учебных занятий						КК
		Аудиторные учебные занятия				Д О	С Р С	
		Л	ИЛ	П	ИП			
1. Введение в кибернетику: общие понятия, объект и предмет кибернетики	7	1	0	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
2. Методы построения и ис- следования кибернетических систем	8	0.5	0.5	1	2		4	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
3. Основы моделирования сложных систем	9	0.5	0.5	2	2		4	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
4. Стратегии и этапы построе- ния моделей	9	0.5	0.5	2	2		4	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
5. Обратные связи систем управления.	9	0.5	0.5	2	2		4	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
6. Неаналитические методы исследования сложных систем	8	1	0	2	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
7. Современные подходы к вычислительным задачам	8	1	0	2	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
8. Основные задачи управления.	8	0.5	0.5	2	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
9. Принципы управления сложными системами.	7	0.5	0.5	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
10. Устойчивость, управле- мость, показатели качества систем управления	7	1	0	2	1		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
11. Декомпозиция систем управления и взаимодействие подсистем	7	0.5	0.5	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
12. Наблюдение как специаль- ная задача управления	7	0.5	0.5	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11

13. Идентификация как специальная задача управления	7	1	0	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11
14. Постановка задач исследования физиологических систем	7	1	0	1	2		3	ОПК-5, ПК-6, ПК-11

Примечание:

Л – лекция

ИЛ – интерактивная лекция

П – практическое занятие

ИП – интерактивное практическое занятие

ДО – дистанционное обучение

СРС – самостоятельная работа студента

КК – код компетенции

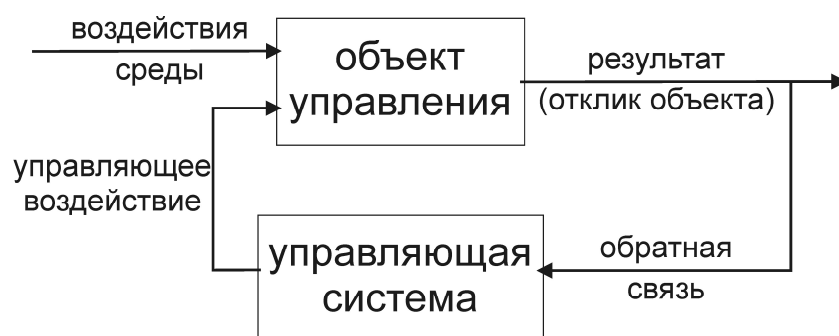
7. ТЕЗИСЫ ЛЕКЦИЙ, ПЛАНЫ ЗАНЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лекция № 1 «Введение в кибернетику: общие понятия, объект и предмет кибернетики»

Введение, рассмотрение основных понятий: кибернетика, управление, система, сложная система, физиологическая кибернетика. Принципиальная схема системы управления.

Кибернетика – наука о преобразованиях информации (получении, передаче, изменении, хранении) и использовании её для управления в сложных системах.

Управление – воздействие на систему для изменения её состояния. Принципиальная схема системы управления:



Система – совокупность элементов и связей между ними, образующих некое единство.

Сложная система – система с таким (большим) количеством элементов и связей между ними, при котором система приобретает новые свойства, не характерные ни для отдельных элементов, ни для подсистем меньшего размера.

Физиологическая кибернетика – наука, изучающая физиологические процессы на основе теории управления, а также процессы управления в живых системах.

Управляющее устройство (управляющая подсистема) включает в себя: 1) датчики, воспринимающие информацию на входе (сенсорные рецепторы) и выходе системы - рецепторы исполнительных структур, 2) входные и выходные каналы связи, 3) центр генерации управляющего воздействия (процессор), частью которого является запоминающее устройство.

Управление осуществляется с использованием трёх основных принципов: 1) по рассогласованию (отклонение); 2) по возмущению; 3) по прогнозированию. Аналогично в физиологии существуют гуморальный и нервный механизмы управления, работающие по тем же принципам. **Обратная связь** – одно из ключевых понятий кибернетики; это канал связи между подсистемами, обеспечивающий влияние подчинённого звена на состояние управляющего.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое кибернетика, чем она занимается?
2. Принципиальная схема системы управления
3. Основные элементы управляющего устройства
4. Принципы управления
5. Дайте определение обратной связи и её видов.

Занятие № 1 «Введение в кибернетику: общие понятия, объект и предмет кибернетики»

Цель занятия: Разбор основных понятий кибернетики и физиологической кибернетики. Анализ реальных и искусственных систем с точки зрения теории управления.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Основные задачи моделирования физиологических функций: 1) проверка существующих гипотез; 2) генерация новых гипотез; 3) замена реальных объектов моделью (животные вместо людей, математические абстракции вместо животных); 4) уплотнение информации; 5) выявление отдельных компонентов в деятельности системы; 6) нахождение количественных характеристик взаимодействия элементов и подсистем; 7) нахождение оптимальных режимов управления физиологическими функциями; 8) проведение вычислительных экспериментов на моделях.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Кибернетика, система, модель, моделирование, управление, теория автоматического управления.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. История кибернетики
2. Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, социология, экология, экономика)

Форма текущего контроля: устный опрос, тесты

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 2. «Методы построения и исследования кибернетических систем»

Рассмотрение биологических объектов с точки зрения теории управления. Кибернетическая система как упорядоченная совокупность взаимодействующих объектов, способная воспринимать, перерабатывать и использовать информацию. Кибернетический подход к изучению физиологических функций. Моделирование.

Кибернетической системой называют упорядоченную совокупность объектов (элементов системы), взаимодействующих и взаимосвязанных между собой, которые способны воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться информацией и каким-либо образом реагировать на неё – взаимодействие с внешними системами.

Примерами кибернетических систем являются коллективы людей, мозг, вычислительные машины, автоматы. Соответственно этому элементами кибернетической системы могут быть объекты разной физической природы: человек, клетки мозга, блоки вычислительной машины и т.д.

Система называется **замкнутой**, если её элементы обмениваются сигналами (взаимодействуют) только между собой. **Незамкнутые**, или **открытые**, системы обязательно обмениваются сигналами с внешней средой.

Для восприятия сигналов из внешней среды и передачи их внутрь системы всякая открытая система обладает рецепторами (датчиками или преобразователями). Во внешнюю среду сигналы передаются посредством исполнительных механизмов, называемых эффекторами.

Большой объём данных о биологических системах (например, о работе молекулярных машин в клетках) требует построения компьютерной экспертной системы (модели) для того, чтобы можно было воспользоваться этими данными (т.к. рассчитать динамику сложной системы в голове практически не возможно). Модель может быть и источником новых гипотез о механизмах работы исследуемого объекта. Последующая экспериментальная проверка гипотез обеспечивает накопление новых научных данных.

Изучение явлений с помощью математических моделей подразделяется на четыре этапа. Первый этап состоит в выделении объектов моделирования и формулировании законов, их связывающих. Он завершается записью в математических терминах представлений о связях между объектами модели. На втором этапе происходит исследование математических задач, вытекающих из математической модели. Целью этого этапа является решение прямой задачи, т.е. получение данных, которые можно сравнить с результатами опыта или наблюдений. Для решения поставленных задач используются математический аппарат и вычислительная техника, позволяющая получить количественную информацию. Третий этап позволяет выяснить, насколько выдвинутая гипотетическая модель удовлетворяет критерию практики. Решение этого вопроса связано с соответствием теоретических следствий экспериментальным результатам. В рамках этого этапа часто решается обратная задача, в которой определяются не известные ранее характеристики модели по результатам сопоставления выходной

информации с результатами наблюдений. Предложенная модель непригодна, если ни при каких значениях её характеристик нельзя согласовать выходную информацию с экспериментом. В четвертый этап входит анализ модели в результате накопления данных о ней и её модернизация.

Вопросы для самоконтроля:

1. Система, виды систем, кибернетическая система.
2. Открытая и закрытая система.
3. Назначение модели как прообраза сложной системы.
4. Этапы построения модели

Занятие № 2 «Методы построения и исследования кибернетических систем»

Цель занятия: Поиск и анализ базовых механизмов, обеспечивающих работу искусственных и природных систем. Составление блок-схем.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Определение системы как изучаемого объекта. Примеры установления границ различных систем и способов их взаимодействия с окружением. Решение задачи поиска адекватных воздействий, приводящих к предсказуемому изменению состояния данной системы.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Система, модель, верификация, адекватное управляющее воздействие, блок-схема.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Развитие моделирования как средства научного познания.
2. Моделирование процессов управления в инженерных задачах и научных исследованиях
3. Развитие систем саморегулирования: от простейших автоматов до искусственного интеллекта

Форма текущего контроля: устный опрос, тесты

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 3. «Основы моделирования сложных систем»

Понятие модели, моделирования. Анализ изучаемого объекта, синтез модели, верификация модели. Классификации моделей: детерминированные – вероятностные, феноменологические – структурные, точечные – распределённые и другие.

В *точечных моделях* существует только одна независимая переменная, например, время или координата, а все остальные характеристики (например, скорость или концентрация) определяются через неё. Такие модели имеют вид обыкновенных дифференциальных уравнений. В моделях с *распределёнными параметрами* независимых переменных две и более. Например, концентрация диффундирующего вещества зависит не только от времени, но и от пространственных координат. Такие модели имеют вид уравнений в частных производных.

Феноменологические (функциональные) модели отражают временные и причинно-следственные отношения между параметрами, характеризующими функции биологического объекта без учёта его структуры. Объект рассматривается как «черный ящик» – система, в которой внешнему наблюдателю доступны лишь входные и выходные величины, а внутренняя структура неизвестна. Метод «черного ящика» широко применяют для решения задач моделирования сложных кибернетических систем в тех случаях, когда интерес представляет только поведение системы. Так, например, учитывая сложную «конструкцию» мозга человека и риск прямого приборного внедрения в его структуры, резонно исследовать мозг как «черный ящик». Это можно делать, исследуя умственные способности человека, его реакцию на звук, свет и т.д. Из анализа феноменологической модели можно получить знание о структуре объекта.

Структурные модели строятся с учётом структуры объекта, отражающей его иерархические уровни. При этом к структуре относят частные функции отдельных подсистем. Такие модели лучше выражают сущность биологических систем, но сложны для вычислений. Убедившись в валидности структурной модели, можно предсказывать поведение объекта в каких-либо условиях ранее не исследованных или не доступных прямому наблюдению.

Практически любую систему можно охарактеризовать как совокупность неизменных параметров и переменных, которые в каждый момент времени принимают определённые числовые значения. В разных биологических системах переменными могут выступать различные измеряемые величины: концентрации веществ, число организмов в популяции, мембранный потенциал и т.п. Параметрами могут служить температура, влажность, электро- или теплопроводность. Например, в системе реагирующих n химических соединений скорости изменения концентрации этих соединений можно записать в виде системы из n дифференциальных уравнений.

Детерминированные модели предполагают наличие строгой зависимости поведения объекта от его текущего состояния при заданных внешних воздействиях. При одинаковых начальных условиях объект ведёт себя всегда одинаково, и его будущие состояния могут быть предсказаны для любого момента време-

ни. Примером такой модели является описание падения тела массой m в поле силы тяжести с напряжённостью g при начальной скорости v_0 .

В **вероятностных** моделях объект переходит в то или иное состояние с известной вероятностью. Как правило, из одного исходного состояния объект может переходить в множество других, таким образом, одинаковые начальные условия могут приводить к разным конечным исходам. Этим способом можно, например, описать движение броуновской частицы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Различия между структурными и феноменологическими моделями
2. Особенности детерминированных и вероятностных моделей.
3. Способы реализации модели. Математическая модель.

Занятие № 3 «Основы моделирования сложных систем»

Цель занятия: Формулирование и рассмотрение различных вариантов модели химической реакции превращения. Анализ влияния типа и структуры модели на объём и ценность получаемой с помощью ней информации.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Детальное рассмотрение основных этапов построения моделей. Определение особенностей моделирования биологических систем. Применение основных приёмов построения модели к процессу обратимого превращения субстрата.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Модель, сбор сведений об изучаемом объекте, формализация задачи, верификация, детерминированный, вероятностный, феноменологический, структурный.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Развитие моделирования как средства научного познания.
2. Построение моделей процессов и объектов молекулярного, клеточного, органного и организменного уровней.

Форма текущего контроля: устный опрос, письменные работы, тесты, ситуационные задачи

Основная литература по теме:

1. Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.
2. Биофизика. В 2-х т. Т.1. Теоретическая биофизика. Учеб. для вузов / Рубин А.Б. – М.: Университет, 1999. – 448 с. : ил.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 4 «Стратегии и этапы построения моделей»

Выделение принципиальных объектов моделирования и законов их взаимодействия, построение упрощенной копии системы, соотнесение свойств модели со свойствами реальной системы, исследование на модели. Построение модели как формулирование гипотезы о структуре и принципах функционирования исследуемого объекта.

Качественное исследование простейших математических моделей биологических процессов можно начать с дифференциального уравнения первого порядка: $dx/dt = f(x)$. Данное уравнение соответствует системе, которая полностью описывается значением одной величины x в каждый момент времени t . В первую очередь рассмотрим состояния равновесия системы, обозначив их x' – **стационарная, или особая, точка**. По определению, в этих точках $dx/dt(x') = 0$ и, следовательно, $f(x)=0$. Если вывести систему из состояния равновесия, то она будет себя вести в соответствии с исходным уравнением, описывающим её поведение в области, где уже в отличие от состояния равновесия $f(x) \neq 0$.

Устойчивое состояние равновесия можно охарактеризовать следующим образом: если при достаточно малом начальном отклонении от положения равновесия система никогда не уйдёт далеко от него, то состояние равновесия устойчиво и соответствует устойчивому стационарному режиму функционирования системы. Если же система после выведения из состояния равновесия будет удаляться от него в соответствии с уравнением $dx/dt=f(x)$, то это состояние равновесия является неустойчивым.

Симуляционные и вычислительные модели строят в тех случаях, когда полное аналитическое описание параметров системы либо слишком сложно, либо не возможно. Ярким примером является описание диффузии вещества в ограниченном пространстве (граница сложной конфигурации). При этом концентрацию вещества можно вычислять в каждый момент времени, основываясь на уравнении диффузии. Другой подход заключается в имитации движения диффузионного вещества в соответствии со статистическими закономерностями броуновского движения. В этом случае модель будет состоять из ограниченного количества частиц, движение каждой из которых описывается отдельно.

Вопросы для самоконтроля:

1. Методы качественного исследования простейших моделей.
2. Стационарные точки системы.
3. Дайте определение устойчивого равновесия системы.
4. Чем характеризуется неустойчивое равновесие?
5. Особенности имитационных моделей.

Занятие № 4 «Стратегии и этапы построения моделей»

Цель занятия: Освоение базовых методов моделирования на примере исследования работы химического синапса на основе математической и симуляционной модели.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Применение основных приёмов построения модели к процессу передачи возбуждения в химическом синапсе.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Модель, сбор сведений об изучаемом объекте, формализация задачи, верификация, химический синапс, вычислительные модели, симуляционные (имитационные) модели.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Развитие моделирования как средства научного познания.
2. Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, социология, экология, экономика)

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

1. Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.
2. Биофизика. В 2-х т. Т.1. Теоретическая биофизика. Учеб. для вузов / Рубин А.Б. – М.: Университет, 1999. – 448 с. : ил.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 5 «Обратные связи систем управления»

Положительные и отрицательные обратные связи. Время реакции обратной связи. Соотнесение отклика объекта, цели управления и управляющего воздействия.

Обратная связь – это воздействие результатов процесса на его протекание; или влияние управляемого процесса (объекта) на управляющий орган. Обратная связь характеризует системы регулирования и управления в живой природе, технике и обществе. Различают положительные и отрицательные обратные связи. Обратную связь классифицируют также в соответствии с природой тел и сред, через которые они осуществляются. Обратную связь в сложных системах рассматривают как передачу информации о протекании процесса, на основе которой вырабатывается то или иное управляющее воздействие. В этом случае обратную связь называют информационной. Понятие обратная связь как формы взаимодействия играет важную роль в анализе функционирования и развития сложных систем управления в живой природе и обществе, в раскрытии структуры материального единства мира.

Принцип обратных связей является одним из основных принципов самоуправления, саморегуляции и самоорганизации. Без наличия обратных связей процесс самоуправления невозможен. С помощью обратных связей сами отклонения объекта от заданного состояния формируют управляющие воздействия, которые приводят состояние объекта в заданное – целевое.

Представления о наличии в биологических системах регулирования по принципу обратных связей, начали складываться давно. Уже первые гипотезы о рефлексорных реакциях (Р. Декарт XVII век, Й. Прохаска XVIII века) содержали предпосылки этого принципа. В более чёткой форме эти представления были развиты в работах Ч. Белла, И.М. Сеченова и И.П. Павлова, а позже – в 30–40-х гг. XX века Н.А. Бернштейном и П.К. Анохиным. В наиболее полном и близком к современному его пониманию виде принцип обратной связи (отрицательной) – как общий принцип для всех живых систем – был сформулирован русским физиологом Н.А. Беловым (1912–1924) под названием «параллельно-перекрестного взаимодействия» и экспериментально изучен на эндокринных органах М.М. Завадовским, назвавшим его «плюс – минус взаимодействием». Белов показал, что отрицательная обратная связь – общий принцип, обеспечивающий тенденцию к равновесию в любых (не только живых) системах, но, как и Завадовский, считал, что в живых системах невозможно существование положительных обратных связей. Советским учёным А.А. Малиновским было показано наличие в живых системах всех типов обратных связей и сформулированы различия их приспособительского значения (1945–1960). За рубежом обратные связи в биологии начали широко исследовать после появления в 1948 книги Н. Винера «Кибернетика». В СССР в 50–60-х гг. XX века И.И. Шмальгаузен успешно применил представление об обратной связи в популяционной генетике.

Отрицательная обратная связь – тип обратной связи, при котором входной сигнал системы изменяется таким образом, чтобы противодействовать измене-

нию выходного сигнала. Отрицательная обратная связь делает систему более устойчивой к случайному изменению параметров.

Положительная обратная связь – тип обратной связи, при котором изменение выходного сигнала системы приводит к такому изменению входного сигнала, которое способствует дальнейшему отклонению выходного сигнала от первоначального значения.

Положительная обратная связь ускоряет реакцию системы на изменение входного сигнала, поэтому её используют в определённых ситуациях, когда требуется быстрая реакция в ответ на изменение внешних параметров. В то же время положительная обратная связь приводит к неустойчивости и возникновению качественно новых систем, называемых генераторы (производители).

Положительная обратная связь рассогласует систему, и, в конечном счёте, существующая система трансформируется в другую систему, которая оказывается более устойчивой (то есть в ней начинают действовать отрицательные обратные связи).

Вопросы для самоконтроля:

1. Определение обратной связи.
2. Типы обратных связей.
3. Свойства систем с положительными и отрицательными обратными связями.
4. Развитие представлений об обратных связях в биологических системах.

Занятие № 5 «Обратные связи систем управления»

Цель занятия: Поиск обратных связей в физиологических процессах. Рассмотрение внешнего устройства как элемента системы управления. Анализ влияния параметров обратной связи на регистрируемый сигнал.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Знакомство с методами реализации моделей. Изучение устройства регистрирующей электрофизиологической аппаратуры. Численное решение систем математических уравнений на ЭВМ.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Обратная связь, положительная обратная связь, отрицательная обратная связь, математическая модель, численные методы.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Применение вычислительных технологий в биологических науках
2. Системы автоматического управления и автоматизированные система управления: принципы организации и области применения

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 6 «Неаналитические методы исследования сложных систем»

Численное решение интегро-дифференциальных уравнений, вероятностные модели, построение симуляционных моделей.

Численные методы решения уравнений. Часто в научной и инженерной практике встречаются задачи, связанные с необходимостью отыскания решений различных уравнений и систем уравнений. Такие задачи обычно возникают как элементарные составляющие при решении различных проблем. Если для алгебраических уравнений до четвёртого порядка включительно известны прямые точные методы решения («в радикалах»), то например, для трансцендентных уравнений общих приёмов решения кроме приближенных не существует. В связи с необходимостью достаточно оперативного и одновременно точного решения различных уравнений широко применяются специальные методы, которые относятся к методам вычислительной математики. На их основе создано большое число алгоритмов, различающихся сложностью и эффективностью. Рассмотрим итерационные методы. Главным признаком итерационного метода является многократное повторение одного и того же набора действий (процедуры) для получения результата (iteration – повторение). Процедура эта строится таким образом, что после каждого её выполнения производится очередное приближение к корню уравнения. Часто итерации предваряют табулированием функции, с целью отыскания наиболее близких к корням точек. Другим важным дополнением метода итераций является метода половинного деления, при котором отрезок отыскания корня делится не на произвольное количество частей, а на два, с последующим выбором нового отрезка.

Рассмотрим базовый численный метод решения дифференциальных уравнений первого порядка вида $y' = f(x, y)$ – метод Эйлера. Решением данного уравнения является функция $y(x)$; при подстановке её в исходное уравнение последнее обращается в тождество. Метод Эйлера предполагает вычисление значений функции $y(x)$ последовательно по формуле $y_{i+1} = y_i + h * f(x_i, y_i)$, $x_i = x_i * h$, где h – малое приращение аргумента.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких случаях появляется необходимость применения численных методов?
2. Методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений
3. Методы решений дифференциальных уравнений

Занятие № 6 «Неаналитические методы исследования сложных систем»

Цель занятия: Переход от аналитической модели к симуляционной. Изучение ограничений вычислительной техники и их влияние на точность моделирования.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Рассмотрение преимуществ неаналитических методов решения различных задач. Разбор частных подходов к решению задач различных классов. Изучение и применение метода Эйлера к задаче построения математической модели обратимого превращения субстрата и модели передачи сигнала в химическом синапсе.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Численное решение уравнений, метод Эйлера, табличный метод, итерационный метод, метод половинного деления

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Применение вычислительных технологий в биологических науках.
2. Численные методы решения алгебраических, трансцендентных, дифференциальных уравнений и систем уравнений

Форма текущего контроля: устный опрос, разбор решение на ЭВМ

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы. Рассмотреть следующие методы решения нелинейных уравнений: метод касательных (метод Ньютона или линеаризация), метод простой итерации, нелинейную интерполяцию. Проанализировать такие методы численного решения дифференциальных уравнений, как модифицированный метод Эйлера и метод Рунге-Куты.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос, разбор решение на ЭВМ

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 7 «Современные подходы к вычислительным задачам»

Методы оптимизации вычислений. Представления о параллельных и распределённых вычислениях. Особенности моделирования биологических объектов.

Параллельные вычисления — такой способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно, т.е. одновременно и до определённой степени независимо. Это термин охватывает совокупность вопросов параллелизма в программировании, а также создание эффективно действующих аппаратных реализаций. Теория параллельных вычислений составляет раздел прикладной теории алгоритмов.

Существуют различные способы реализации параллельных вычислений. Параллельные программы могут физически исполняться либо последовательно на единственном процессоре, перемежая по очереди шаги выполнения каждого вычислительного процесса (псевдопараллелизм), либо параллельно, выделяя каждому вычислительному процессу один или несколько процессоров одного компьютера или множества компьютеров, объединённых в сеть (истинный параллелизм).

Основная сложность при проектировании параллельных программ состоит в обеспечении правильной последовательности взаимодействий между различными вычислительными процессами, а также координацию ресурсов, разделяемых между процессами.

Распределённые вычисления — способ решения трудоёмких вычислительных задач с использованием двух и более компьютеров, объединённых в сеть.

Распределённые вычисления являются частным случаем параллельных вычислений, т. е. одновременного решения различных частей одной вычислительной задачи несколькими процессорами одного или нескольких компьютеров. Поэтому необходимо, чтобы решаемая задача была сегментирована, т. е. разделена на подзадачи, которые могут вычисляться параллельно (независимо). При этом для распределённых вычислений приходится также учитывать возможное различие в вычислительных ресурсах, которые будут доступны для расчёта различных подзадач. Более того, не всякую задачу можно разделить на подзадачи, которые можно решать независимо (параллельно).

Рассмотрим особенности моделирования биологических объектов на примере исследования белковых и других биомакромолекул, производимых в рамках биоинформатики или молекулярного моделирования. Методология **биоинформатики** основана на анализе больших объёмов информации, заложенной в последовательности оснований в нуклеиновых кислотах и аминокислот в белках. **Молекулярное моделирование** позволяет в рамках существующих физических представлений описать структуру белков и прогнозировать её изменения в случае тех или иных воздействий или локальных структурных изменений. Методы **молекулярной динамики** в совокупности с молекулярным моделированием обеспечивают понимание многих аспектов физики и химии белковых молекул.

Теоретической основой расчётов структуры биомакромолекул и их взаимодействия друг с другом является **молекулярная механика**. В рамках этого

подхода вводится потенциальная энергия системы и полагается, что равновесной структуре соответствует глобальный минимум этой функции. Потенциальная энергия эта зависит от декартовых координат всех атомов, составляющих систему; количество переменных этой функции в типичной ситуации достигает нескольких тысяч. Для поиска минимума энергии применяются различные методы динамического программирования.

Методы молекулярного моделирования позволяют решить большой круг задач, в число которых входят, например: 1) изучение сайт-специфического мутагенеза; 2) построение структуры белка по принципу гомологии; 3) изучение взаимодействия фермента с субстратами и ингибиторами.

Вопросы для самоконтроля:

1. При каких условиях задача может быть решена с применением параллельных вычислений?
2. Особенности распределённых вычислений.
3. Основные положения молекулярного моделирования.
4. Примеры задач, решаемые в рамках моделирования биомакромолекул.

Занятие № 7 «Современные подходы к вычислительным задачам»

Цель занятия: Реализация модели химического синапса с распределёнными параметрами.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Описание круга задач, требующих больших вычислительных ресурсов. Рассмотрение примеров разбиения задач на зависимые и независимые подзадачи. Применение полученных сведений для детализации модели процесса передачи сигнала в химическом синапсе. Практика применения идей параллелизации на молекулярном, клеточном и органном уровнях с акцентом на вопросах регуляции и управления различными процессами.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Параллелизация и распределение вычислений, независимые подзадачи.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Применение вычислительных технологий в биологических науках
2. Численные методы решения алгебраических, трансцендентных, дифференциальных уравнений и систем уравнений
3. Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, экология)

Форма текущего контроля: устный опрос, подготовка устных сообщений

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 8 «Основные задачи управления»

Иерархия задач управления: стратегические, тактические, локальные. Классификация локальных задач управления. Особенности одно- и многоканальных задач.

Принято выделять **стратегическую** задачу, **тактические** и **локальные** задачи управления.

Стратегическая задача - задача технологического характера (изготовление вещества или детали, управление полётом самолёта и т.д.)

Тактическая задача - часть стратегической задачи, устанавливающая требования к поведению какой-либо части сложной системы (управление движением рулевых устройств летательного аппарата или движением резца токарного станка и т.п.)

Локальная задача - задача изменения или поддержания состояния элементарного объекта (стабилизация положения или скорости, слежение за объектом и др.).

К локальным задачам относятся: 1) **стабилизация** - задача поддержания выходной переменной на заданном уровне: $y=y^*=\text{const}$; 2) **слежение** - соблюдение заданного закона изменения $y^*(t)$: $y=y^*(t)$. Различают *слежение за внешним объектом*, когда $y^*(t)$ заранее не известна; и *программное управление*, при котором $y^*(t)$ задаётся каким-либо образом. Одним из способов реализации слежения является управление по рассогласованию: $e(t)=y^*(t)-y(t)$; 3) **терминальное управление** заключается в переводе объекта управления (ОУ) в заданное конечное состояние, которое обычно значительно отличается от исходного. При этом из-за большого рассогласования невозможно применять методы и средства стабилизации, т.к. возникают ограничения быстродействия, энергозатрат, величины управляющих сигналов и т.д.

В **многоканальных** задачах управления выходом служит векторная переменная $y=\{y_i(t)\}=\{y(t), x(t), z(t), \dots\}$. Задающие значения и рассогласования также векторные: $\{y^*(t), x^*(t), z^*(t), \dots\}$, $\{e_i(t)\}$. Кроме стабилизации, терминального управления и слежения, существуют и специфические многоканальные задачи: **согласованное управление** - организация принудительного взаимодействия каналов системы с целью поддержания заданных соотношений выходных переменных: $y_1=y_2$ - синхронное движение; $f(y_1, y_2) = 0$ - движение по заданной траектории, например, по окружности $y_1^2 + y_2^2 - R^2 = 0$. Для этого вводятся перекрёстные связи координации управляющих воздействий $u_i(t)$; **декомпозиция** - устранение взаимного влияния каналов системы с целью сведения задачи управления многосвязным объектом к нескольким более простым одноканальным задачам (противоположность согласованному управлению). Достигается путём введения компенсирующих перекрёстных связей между каналами.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные уровни задач управления.
2. Виды локальных задач
3. Охарактеризуйте специфические многоканальные задачи управления

Занятие № 8 «Основные задачи управления»

Цель занятия: Синтез блок-схемы нервной и гуморальной регуляции физиологических функций.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Иллюстрация иерархии задач управления на примере различных технических и биологических систем, составление соответствующих принципиальных схем управления. Выделение базовых локальных задач управления (стабилизация, слежение) в некоторых физиологических процессах.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Иерархия задач управления. Стратегические, тактические локальные задачи. Стабилизация, слежение, терминальное управление, согласованное управление, декомпозиция.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ
2. Современные технические средства протезирования и реабилитации пациентов с повреждениями нервной системы и опорно-двигательного аппарата

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 9 «Принципы управления сложными системами»

Представления о принципах управления: декомпозиция, децентрализация, иерархическое управление, многорежимное управление.

Сложную задачу управления решают путём разбиения общей стратегической задачи на ряд более простых, решаемых последовательно или/и параллельно. Отсюда вытекают принципы управления сложной системой: 1) **декомпозиция (пространственная)**- расщепление сложной задачи и сложного объекта на простые компоненты (подзадачи и локальные объекты); 2) **децентрализация** - выделение собственных устройств управления, обеспечивающих решение отдельных подзадач управления локальными объектами; 3) **иерархическое управление** - введение определённой подчинённости подзадач разного уровня сложности и соответствующей подчинённости устройств управления; 4) **многорежимное управление (временная декомпозиция)** – последовательное переключение между подзадачами и устройствами.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы основные причины разбиения задач на подзадачи и систем на подсистемы?
2. Перечислите основные принципы управления сложными системами.

Занятие № 9 «Принципы управления сложными системами»

Цель занятия: Выявление признаков декомпозиции, децентрализации, иерархического и многорежимного управления в центральной нервной системе человека.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Составление структурных и функциональных блок-схем технических и физиологических систем и процессов. Выявление потенциально осуществимых и осуществлённых принципов управления в реальных физиологических системах.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Принципы управления, декомпозиция, децентрализация, иерархическое управление, многорежимное управление.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ

Форма текущего контроля: устный опрос, решение ситуационных задач

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 10 «Устойчивость, управляемость, показатели качества систем управления»

Понятие технической и математической устойчивости, управляемости, наблюдаемости и наблюдения. Устойчивость как необходимое условие управляемости.

Устойчивость - способность динамической системы возвращаться в равновесное состояние (y^* , x^*) после окончания действия внешних факторов (x - состояние системы, y - выходная переменная системы)

Рассматривается случай а) автономной системы, б) при ненулевых начальных условиях ($y(0) \neq y^*$, $x(0) \neq x^*$), в) под равновесным состоянием понимают установившееся состояние автономной системы $y=y^*$, $x=x^*$.

Различают: устойчивость по выходу (техническая устойчивость) и устойчивость по состоянию (математическая устойчивость).

Техническая устойчивость. В технических приложениях распространены упрощенные определения устойчивости, а также устойчивой, нейтрально устойчивой и неустойчивой системы. Система (или движение системы относительно положения равновесия y^*) называется **устойчивой**, если с течением времени (при $t \rightarrow \infty$) она возвращается в положение равновесия, т.е. $\lim(y(t))=y^*$ ($y^*=0$, $t \rightarrow \infty$). Система называется **нейтрально устойчивой**, если для любых $t > 0$ она остаётся в некоторой окрестности положения равновесия, т.е. найдётся число $\varepsilon > 0$, такое, что $|y(t)| < \varepsilon$ для любых $t \geq 0$. В случае **неустойчивой** системы наблюдается либо неограниченный рост модуля выходной переменной $\lim|y(t)| = \infty$ (апериодические процессы), либо рост амплитуды колебаний.

Данные определения справедливы для линейных систем. В случае **нелинейных систем** возможны следующие варианты развития событий: 1) выходная переменная сначала неограниченно возрастает, а затем приближается к положению равновесия; 2) система имеет несколько положений равновесия, обладающих разными свойствами; 3) свойства системы существенно зависят от начального отклонения от положения равновесия.

Устойчивость динамической системы является обязательным условием её работоспособности.

Управляемость систем (линейных). Управляемость связана с существованием ограниченного управляющего воздействия ($u = u(t)$), переводящего систему из произвольного начального состояния $x(t_0)=x_0$ в произвольную точку пространства состояний $x(t_f)=x_f$ за конечное время $T = t_f - t_0$. Если такое управление существует, то (линейная) система является **полностью управляемой**; иначе система **неуправляема** или **частично управляема**.

Показатели качества системы управления. Различают **динамические показатели** качества управления (быстродействие системы при переходных процессах) и **точностные показатели** (погрешность в установившемся режиме - равновесие).

Система должна с течением времени обеспечить совпадение $y^*(t)$ и $y(t)$. **Необходимым условием стремления $y(t)$ к $y^*(t)$ является устойчивость системы.** Поскольку не возможно ни мгновенное устранение рассогласования, ни

сведение его к нулю (абсолютному), вводят специальные показатели качества систем управления. **Целевое рассогласование (точность)** - величина отклонения от входного сигнала: $\varepsilon(t) = y^*(t) - y(t)$, $\varepsilon(t) \rightarrow \varepsilon^*(t)$. (при этом $y \equiv y_y$ установившееся значение переменной). Выходную переменную возмущённой системы можно записать как $y(t) = y_{св}(t) + y_{в}(t)$, где $y_{св}$ - свободные движения системы, $y_{в}$ - вынужденные. В силу устойчивости $y_{св} \rightarrow 0$; при этом $y_{в} \rightarrow y_y$ (устоявшееся движение - равновесное состояние).

В зависимости от свойств системы переходный режим может быть коротким или длительным, колебательным или аperiodическим (монотонным). **Динамические показатели качества** системы характеризуют её поведение в переходном режиме: время переходного процесса t_n , перерегулирование σ , область переходных процессов, и т.п.

Перерегулирование - относительное значение величины первого выброса при переходном процессе: $\sigma = |(y_m - y_y)/y_y| 100\%$. При $\sigma = 0$ наблюдаем монотонный процесс; при больших σ - колебательное движение.

Время переходного процесса - интервал времени t_n , после которого переходный процесс развивается в пределах заданной окрестности (Δ_n -окрестности) установившегося (целевого) значения y_y (y^*)

y_m , Δ_n и t_n определяют **область допустимых (возможных) переходных процессов** системы с заданными характеристиками.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение устойчивости с математической и технической точки зрения.
2. Устойчивость как необходимое условие управляемости.
3. Какие показатели качества систем управления относятся к точностным?
4. Охарактеризуйте динамические показатели качества.

Занятие № 10 «Устойчивость, управляемость, показатели качества систем управления»

Цель занятия: Исследование устойчивости и управляемости систем, точностных и динамических показателей качества систем управления.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Поиск признаков устойчивости различных биологических систем. Построение простых устойчивых, частично устойчивых и неустойчивых систем. Построение и сравнение управляемых и неуправляемых систем.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Устойчивость, управляемость, динамические и точностные показатели качества, целевое рассогласование, перерегулирование, время переходного процесса, область допустимых переходных процессов.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Системы саморегулирования на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях.
2. Устойчивость как общий признак биологических систем.

Форма текущего контроля: устный опрос, письменная работа (построение блок-схем).

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 11 «Декомпозиция систем управления и взаимодействие подсистем»

Принципы разделения сложных систем на независимые, вертикально и горизонтально подчинённые части. Функциональная, пространственная, временная декомпозиция. Декомпозиция как задача многоканального управления. Многорежимное управление. Организация согласованного управления.

Методы декомпозиции: а) **Функциональная декомпозиция** базируется на анализе функций системы. Основанием разбиения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов; б) **Временная декомпозиция** или декомпозиция по жизненному циклу. Признаком выделения подсистем является изменение закона функционирования подсистем на разных временных отрезках; в) **Структурная декомпозиция** – декомпозиция по подсистемам (пространственная). Разделение по наличию сильной связи между элементами по одному из типов отношений (связей), существующих в системе (информационных, логических, иерархических, энергетических и т.п.).

Многоканальное управление. В многоканальных задачах управления выходом объекта служит векторная переменная (вектор выхода), и, следовательно, векторными переменными являются также задающие воздействия (вектор задания) и рассогласование (вектор ошибок). Для многоканальных объектов, кроме стандартных (стабилизации, слежения, терминального управления), возникают задачи декомпозиции и согласованного управления. Задача согласованного управления предусматривает организацию принудительного взаимодействия каналов системы с целью поддержания заданных соотношений выходных переменных (y_1, y_2 и т.д.). В общем случае условия согласования записываются в виде: $f(y_1, y_2) = 0$, где f - заданная функция. Согласованное управление требует координации управляющих воздействий (u_1, u_2 и т.д.). Наиболее наглядные задачи терминального и согласованного управления возникают при управлении пространственным движением многосвязных механических объектов (роботов, станочных механизмов, транспортных средств). Здесь в качестве выходных переменных системы обычно выступают декартовы координаты y_j рабочей точки механизма в трёхмерном или двумерном пространстве.

Задача декомпозиции в противоположность задаче согласования заключается в устранении взаимного влияния каналов системы с целью сведения задачи управления многосвязным объектом к нескольким более простым одноканальным задачам. Это достигается с помощью соответствующих алгоритмов коррекции управляющих воздействий.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные принципы декомпозиции сложных систем
2. В чём заключаются особенности многоканального управления?
3. Приведите примеры систем, требующих введения согласованного управления.

Занятие № 11 «Декомпозиция систем управления и взаимодействие подсистем»

Цель занятия: Иллюстрация принципов декомпозиции на примере программной реализации математических моделей.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Рассмотрение связи между сложностью системы (системы управления) и количеством каналов входных-выходных трактов и трактов передачи управляющих воздействий. Применение принципов декомпозиции к различным системам. Выбор оптимального способа декомпозиции для разных систем.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Сложная система, функциональная, временная и структурная декомпозиция, многоканальное управление, декомпозиция, согласованное управление

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Системы саморегулирования на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях.
2. Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 12 «Наблюдение как специальная задача управления»

Существуют специальные задачи систем автоматического управления:

1) **наблюдение** - оценивание неизмеряемых переменных состояния объекта в условиях действия шумов посредством фильтрации, интерполяции, экстраполяции, детрендинга, предсказания и т.д.; 2) **идентификация** – оценивание неизвестных параметров системы.

Рассмотрим подробнее понятие «наблюдение».

Наблюдаемость систем (линейных). Рассматривается вопрос единственности решения задачи восстановления вектора состояния системы. Если для любой выходной функции $y(t)$ возможно нахождение единственного значения переменной состояния ($x(t)$, при известном входном воздействии $u(t)$), то (линейная) система является полностью наблюдаемой; в противном случае говорят о ненаблюдаемости или частичной наблюдаемости

Наблюдатель - блок (алгоритм) в составе системы управления, предназначенный для оценивания неизмеряемых переменных состояния (x) объекта управления или внешней среды. Структура наблюдателя объекта управления включает модель объекта управления (МОУ), которая вырабатывает текущие значения оценки $\hat{y}(t)$ выходной переменной $y(t)$ и оценки $\dot{x}(t)$ вектора состояния $x(t)$.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких случаях возникает специальная задача управления - наблюдение?
2. Каково принципиальное строение наблюдателя?

Занятие № 12 «Наблюдение как специальная задача управления»

Цель занятия: Методы наблюдения – оценивания неизмеряемых переменных. Принципиальная схема наблюдателя. Синтез наблюдателей. Построение комбинированной модели статического и статокINETического рефлекса.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Синтез наблюдателей в задачах управления опорно-двигательной системой.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Наблюдение, наблюдатель, модель объекта управления.

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Теория и методы наблюдения и идентификации систем: приложение в теории управления
2. Современные технические средства протезирования и реабилитации пациентов с повреждениями нервной системы и опорно-двигательного аппарата

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 13 «Идентификация как специальная задача управления»

Понятие об идентификации - обнаружении и оценивании неизвестных параметров системы. Методы идентификации. Принципиальная схема идентификатора. Синтез идентификаторов.

В теории систем управления существуют такие задачи, как: 1) **задача анализа** - при заданном операторе системы и известном входном воздействии установить закон изменения во времени выходного сигнала; 2) **задача синтеза** - для заданного (желаемого) выходного сигнала найти входной сигнал и неизвестный оператор системы (неопределенные параметры оператора); 3) **задача идентификации** - по заданному входному воздействию и заданному (измеренному) выходному сигналу найти неизвестный оператор системы (преобразующую функцию).

Задачей теории идентификации является определение математических моделей реальных систем (в том числе систем управления) по результатам экспериментальных исследований. При решении задач идентификации систем априорная (до опыта) информация о системе либо вообще отсутствует, либо крайне мала. При решении задач идентификации в узком смысле предполагается, что известны структура и класс моделей, описывающих реальную систему. Тогда, например, в совсем узком смысле слова, задача идентификации может быть сведена к определению коэффициентов модели.

Существуют следующие **способы идентификации**: с помощью регрессионных методов; последовательными регрессионными методами; методом квазилинеаризации; с помощью стохастической аппроксимации; методом обучением; методом инвариантного погружения.

Рассмотрим частный случай. Математическая модель объекта управления содержит коэффициенты Θ_i , к которым могут относиться массо-инерционные, электрические, термодинамические и другие параметры управляемых процессов и устройств. В тех случаях, когда значения параметров изменяются во времени или заранее неизвестны, используют идентификаторы параметров. **Идентификатор** - блок (подпрограмма) в составе системы управления вида $\Theta' = F(x, u)$, предназначенный для оценивания параметров объекта управления по имеющейся информации о текущем состоянии $x(t)$ и входном (управляющем) воздействии $u(t)$ объекта, т.е. для расчёта в реальном времени Θ' - оценки Θ .

Идентификаторы применяются в адаптивных системах управления, в которых параметры регулятора не устанавливаются заранее, а настраиваются в процессе работы (адаптивные алгоритмы).

Вопросы для самоконтроля:

1. В чём состоит задача идентификации в теории систем управления?
2. Назовите способы идентификации в системах управления
3. Какие системы управления предполагают наличие идентификаторов?

Занятие № 13 «Идентификация как специальная задача управления»

Цель занятия: Изучение роли идентификаторов при построении технических устройств и при исследовании биологических систем.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Определение идентификации как специальной задачи построения систем управления. Построение и применение идентификаторов в различных системах автоматического управления. Рассмотрение роли идентификаторов в контексте изучения биологических систем.

Основные понятия, категории по теме занятия:

Идентификация, идентификатор, задача теории идентификации, методы идентификации: регрессия, квазилинеаризация, аппроксимации, обучение

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Современные технические средства протезирования и реабилитации пациентов с повреждениями нервной системы и опорно-двигательного аппарата
2. Телемедицина. Лечение на расстоянии?

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

1. Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых в рамках данной темы. Ознакомиться с методами регрессии, аппроксимации, обучения и квазилинеаризации.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Лекция № 14 «Постановка задач исследования физиологических систем»

Рассмотрение задач изучения физиологических и патологических процессов с точки зрения физиологической кибернетики.

Задачи физиологической кибернетики в практической области можно свести к следующим: 1) повышение точности диагностики и определение функций органов и систем в патологии; 2) построение прогноза заболевания: имея модели физиологических процессов в патологических условиях, можно предсказать изменение важнейших функциональных показателей во времени; 3) выбор оптимального лечения: модели, предусматривающие видоизменение при различных лечебных воздействиях, позволяют выбрать наилучшее из них, например, по критерию быстрого выведения из патологического состояния.

Взаимосвязи физиологии и кибернетики не только многообразны, но и разнородны. Охарактеризуем основные направления разделов биокибернетики. Первое связано с использованием в физиологии кибернетических методов, математического аппарата и вычислительных средств. В этом смысле физиологическая кибернетика ничем не отличается от ряда других дисциплин, использующих кибернетические подходы. Другое направление определяется глубиной общностью ряда фундаментальных, принципиальных проблем физиологии и кибернетики, наличием в функционировании кибернетических и биологических систем и далеко идущих аналогий. Это второе направление открывает перспективы развития качественно новых путей исследования в биологии вообще и физиологии в частности. Например, это относится к моделированию преобразований информации в нейронных сетях и высшей нервной деятельности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие практические задачи может решать физиологическая кибернетика?
2. Охарактеризуйте основные направления физиологической кибернетики?
3. В чём состоит принципиальное отличие двух направлений физиологической кибернетики?
4. Приведите примеры возможностей, которые даёт физиологическая кибернетика в исследовании биологических систем по сравнению с традиционной физиологией.

Занятие № 14 «Постановка задач исследования физиологических систем»

Цель занятия: Применение методов кибернетики, теории управления и теории автоматов к некоторым задачам физиологии.

Основные вопросы (этапы) для обсуждения:

Построение модели системы опорно-двигательного аппарата: а) коленный рефлекс, б) система позиционирования конечности (верхний плечевой пояс). Построение модели взаимодействия систем: а) хищник-жертва, б) антиген-антитело

Основные понятия, категории по теме занятия:

Моделирование, детерминированная модель, вероятностная модель, верификация

Перечень тем сообщений, рефератов, докладов к занятию:

1. Искусственные нейронные сети как модель нервной системы и средство решения задач автоматизации
2. Современные технические средства протезирования и реабилитации пациентов с повреждениями нервной системы и опорно-двигательного аппарата
3. Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ

Форма текущего контроля: устный опрос

Основная литература по теме:

1. Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

Дополнительная литература по теме:

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Математические вопросы кибернетики. Т. 12: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Периодические издания по теме:

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины

Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

Самостоятельная работа по теме

Требования к выполнению самостоятельной работы: в рамках самостоятельной работы требуется найти альтернативные определения и пояснения терминов в дополнительной литературе, составить представление о контекстах, в которых они употребляются, и отметить круг теоретических и практических задач, решаемых рамках данной темы.

Форма текущего контроля: устный или письменный опрос

Перечень литературы для самостоятельной подготовки:

1. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
2. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб.пособие/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к проведению индивидуального собеседования. Собеседование проводится по заранее известному студентам перечню вопросов, индивидуально с каждым студентом. Последний должен, получив вопросы, раскрыть значения упоминаемых терминов, объяснить принципы описываемых методов. На подготовку студент получает около 15-20 минут.

Требования к письменным ответам на вопросы. Целью данного типа заданий является определение глубины знаний студента и правильности использования кибернетических подходов. Работы сдаются в письменном виде, на них отводится от 30 до 60 минут. Работы должны носить индивидуальный характер, в случае полного или частичного совпадения содержания нескольких работ, преподаватель имеет право их аннулировать.

Требования к заданиям на оценку умений и навыков (ситуационные задачи). Задания выполняются аудиторно, на практических занятиях. Задания носят индивидуальный характер, преподаватель вправе решать, давать их в устной или письменной форме.

Требования к оформлению рефератов и к отчётам по ним. Обязательно наличие титульного листа с указанием темы, реферата, исполнителя и проверяющего. Страницы реферата нумеруются, в содержании указываются номера страниц основных разделов. При наличии рисунков в тексте обязательны подписи к ним и ссылки на эти рисунки в тексте. Обязательно указать список первоисточников, по которым составлялся реферат. Рекомендуемый объём реферата 5 - 15 страниц. Главным условием положительной оценки реферата является знание исполнителем содержания работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы / Ким Д.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. Биофизика. В 2-х т. Т.1. Теоретическая биофизика. Учеб. для вузов / Рубин А.Б. – М.: Университет, 1999. – 448 с. : ил.
3. Математические вопросы кибернетики. Т. 12.: Сборник статей / Лупанов О.Б. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.
4. Математическое моделирование химико-технологических процессов / Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов. – М. : КолосС, 2013. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)
5. Кибернетика: учебное пособие / А.К. Гуц. – Омск.: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. – 188 с.
6. Теория автоматического управления. учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с.: ил.
7. Теория автоматического управления. Линейные системы: учеб. пособие / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.: ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Темы докладов по дисциплине «Физиологическая кибернетика»

1. Связь развития кибернетического мышления и роста сложности технических систем.
2. Роль теории управления сложными системами в познании биологических объектов.
3. Развитие моделирования как средства научного познания.
4. Построение моделей процессов и объектов молекулярного, клеточного, органного и организменного уровней.
5. Применение вычислительных технологий в биологических науках
6. Численные методы решения алгебраических, трансцендентных, дифференциальных уравнений и систем уравнений
7. Системы саморегулирования на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях.
8. Устойчивость как общий признак биологических систем.
9. Теория и методы наблюдения и идентификации систем: приложение в теории управления
10. Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, социология, экология, экономика)
11. Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ

Темы рефератов по дисциплине «Физиологическая кибернетика»

1. История кибернетики
2. Моделирование процессов управления в инженерных задачах и научных исследованиях
3. Развитие систем саморегулирования: от простейших автоматов до искусственного интеллекта
4. Системы автоматического управления и автоматизированные система управления: принципы организации и области применения
5. Теория и методы наблюдения и идентификации систем: приложение в теории управления
6. Кибернетические подходы в различных дисциплинах (биология, медицина, социология, экология, экономика)
7. Система управления движениями в одноклеточных организмах: принципы реализации двигательных программ
8. Искусственные нейронные сети как модель нервной системы и средство решения задач автоматизации
9. Современные технические средства протезирования и реабилитации пациентов с повреждениями нервной системы и опорно-двигательного аппарата
10. Телемедицина. Лечение на расстоянии?