

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«16» июня_2021 г. № 8__

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теоретические основы кибернетики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

Квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

Очная

Нижегород

2021 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы кибернетики» относится к базовой части ОПОП по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика** и предназначена для освоения на 4 году обучения (7 семестр). Дисциплина опирается на материалы курсов «Высшая математика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Информатика и медицинская информатика».

Цель дисциплины - осветить общие принципы и закономерности кибернетики, основные математические модели живых систем, основные задачи и методы их исследования. Поэтому ее ключевые слова: состояние, вход-выход, алгоритм, математическая модель, живые системы, оптимизация, адаптация и обучение.

Основное внимание в дисциплине уделяется динамическим моделям, описывающим процессы в физических, химических и биологических системах. В меньшей степени представлены методы исследования. Они зачастую рассматриваются обзорно и настолько, чтобы на конкретных примерах увидеть суть задач и возможность их решения. Такой подход позволяет сконцентрировать внимание на содержательной стороне моделей и проблем, увидеть их в функциональной взаимосвязи, установить их особенности и сформулировать соответствующие им математические задачи.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-5:</i> готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач (начальный этап формирования)	З (ОПК-5) Знать: основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач У (ОПК-5) Уметь: применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач В (ОПК-5) Владеть: навыками различных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов при решении профессиональных задач

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часов, из которых 87 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (34 часа занятия лекционного типа, 17 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 34 часа - лабораторные работы, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 57 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

Таблица

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них			Всего	
Предмет и содержание лекционного курса.	7	2			2	5
Управляемые динамические системы.	23	6	3	6	15	8
Линейные системы автоматического регулирования. Операционные системы и операционные исчисления.	36	8	4	8	20	16
Нелинейные системы автоматического регулирования и методы их исследования.	21	6	3	6	15	6
Динамические модели живых систем.	55	12	7	14	33	22
В т.ч. текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация в форме экзамена						
Итого	144				87	57

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий.
Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене.

4. Образовательные технологии

4.1. Предмет и содержание лекционного курса.

Что такое кибернетика? Конструктивное определение и следующие из него понятия: объекта управления, управляющей системы, программного и оперативного управления, априорной и текущей информации, закона и стратегии управления. Общность кибернетических процессов в системах разной природы.

Что такое кибернетика? Синтетическая наука об общих закономерностях процессов управления в системах разной природы. Основные принципы теории управления, их гносеологическое значение. Динамические и информационно-логические модели теории управления.

Характеристика курса, его содержание и методологические особенности.

4.2. Управляемые динамические системы.

Динамические модели, основанные на понятии состояния. Фазовый и параметрические портреты. Управляемые Марковские системы. Динамические модели поисковой оптимизации.

4.3. Классические модели и задачи.

4.3.1. Линейные системы. Операционные системы и операционные исчисления.

Изоморфизмы операционных систем, порождаемые преобразованиями Лапласа, Фурье и z-преобразованием. Решение задач Коши для дифференциальных, дифференциально-разностных и разностных уравнений методом операционных исчислений. Функциональная модель линейной динамической системы. Динамическое звено. Коэффициент передачи, функции отклика, частотные характеристики. Примеры непрерывных и дискретных звеньев. Обобщение понятия динамического звена.

Устойчивость, установившаяся точность, переходный процесс и его качество. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Робастная устойчивость. Устойчивость по отношению к входным воздействиям. Установившаяся ошибка. Статические и астатические системы. Корневые, частотные, интегральные критерии качества переходных процессов.

4.3.2. Нелинейные системы.

Обзор основных методов: гармонической и статической линеаризации, точечных отображений и усреднения.

4.4. Динамические модели.

- система ФитцХью-Нагумо;
- система Ходжкина-Хаксли;
- осциллятор накопление-сброс;
- система Лотки-Вольтерра.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1 Методические указания для обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение отдельных тем рабочей программы.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины

помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы, в том числе подготовленные сотрудниками кафедры.

Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ, раскрытия сущности основных категорий.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных менеджеров в сфере физической культуры и спорта.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по учебной дисциплине «Теоретические основы кибернетики» является экзамен.

Бесспорным фактором успешного завершения очередного модуля является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины (семестра). В этом случае подготовка к экзамену будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом сущности того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки рефератов по отдельным темам, наиболее заинтересовавшие студента;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах; г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Кроме того, наличие перечня вопросов в период обучения позволит выбрать из предложенных преподавателем учебников наиболее оптимальный для каждого студента, с точки зрения его индивидуального восприятия материала, уровня сложности и стилистики изложения.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам

практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Виртуальные учебные пособия и атласы в ряде случаев снабжаются тестовыми заданиями для самоконтроля и проверки уровня знаний обучающегося.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-5: готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знать: основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Отсутствие знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Уметь: применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Полное отсутствие умений	Отсутствие умений применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач при наличии	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при	Умение применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач с небольшими	Умение безошибочно применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных	Умение в совершенстве применять различные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных

			существенных ошибок	решении профессиональных задач при наличии незначительных ошибок	минимальным	задач	задач
Владеть: навыками различных физико-химических, математических и иных естественно научных методов при решении профессиональных задач	Полное отсутствие навыков	Отсутствие владения основным и навыками различных физико-химических, математических и иных естественных методов при решении профессиональных задач	Наличие минимальных навыков различных физико-химических, математических и иных естественных методов при решении профессиональных задач	Посредственное владение основными навыками и различными физико-химическими, математическими и иных естественных методов при решении профессиональных задач	Достаточное владение основным и навыками различных физико-химических, математических и иных естественных методов при решении профессиональных задач	Хорошее владение основным и навыками различных физико-химических, математических и иных естественных методов при решении профессиональных задач	Всестороннее владение основным и навыками различных физико-химических, математических и иных естественных методов при решении профессиональных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

6.2 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания ответа на экзамене:

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях. 100% выполнение контрольных экзаменационных заданий.
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях.

	Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний, умений и владений используются следующие процедуры и технологии: собеседование в рамках экзаменационных вопросов, практические задания.

Для проведения промежуточной аттестации сформированности компетенции используется: экзамен.

6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Примеры вопросов к экзамену:

1. Математическая модель динамической системы, основанная на понятии состояния. Классификация. Геометризация.
2. Основные задачи динамических систем.

3. Преобразование Лапласа и Фурье. Связь между ними. Метод операционных исчислений.
4. Z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа. Метод операционных исчислений.
5. Функциональная модель динамической системы. Понятие динамического звена. Классификация. Сравнение модели основанной на понятии состояния и функциональной модели.
6. Коэффициент передачи, переходные функции и частотные характеристики непрерывного звена.
7. Коэффициент передачи, переходные последовательности и частотные характеристики дискретного звена.
8. Обобщение понятия динамического звена. Матричный коэффициент передачи. Временное и частотное описание.
9. Устойчивость непрерывного динамического звена. Критерий Рауса-Гурвица.
10. Устойчивость дискретного звена. Критерий Шура-Кона.

6.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД;

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. А. Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика: учебник / - 4-е изд., испр. и перераб. - 2012. - 648 с. (8 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424841.html>
2. Мозер Ю., Цендер Э. - Заметки о динамических системах. - М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2011. - 356 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)
3. Мозер Ю. - Устойчивые и хаотические движения в динамических системах. - М.: НИЦ "Регулярная и хаот. динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2010. - 184 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)
4. Бычков Ю. А., Щербаков С. В. - Хаос в динамических системах: классификац. модели, аналит.-числ. метод, эквивал. преобразования и вычисл. алгоритмы. - СПб.: Технолит, 2009. - 314 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)

б) Дополнительная литература:

1. Медицинская и биологическая физика. Сборник задач [Электронный ресурс] / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859704295561.html>
2. Физика и биофизика [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html>

3. Основы математического анализа. В 2-х ч. [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Ильин В.А., Позняк Э.Г. - 7-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 1). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109024.html>
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105378.html>

в) Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента».
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «Znanium.com».
4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ».
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE».
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».
7. <http://www.pirobot.org/blog/0007>
8. <http://www.scholarpedia.org/article/STDP>
9. http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity
10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
11. [webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)
12. www.scopus.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**.

Автор _____ Осипов Г.В., д.ф.-м.н., доц., зав. каф. теории управления и динамики систем ИИТММ

Рецензент(ы) _____

Заведующий кафедрой теории управления и динамики систем ИИТММ
_____ д.ф.-м.н., доц. Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.