

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Введение в теорию синхронизации

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Введение в теорию синхронизации» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (блок Б1.В.ДВ5) основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата) на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина изучается в 6-м семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение математических методов теории колебаний на примере задач теории синхронизации в моделях возбудимых сред;
- знакомство с синхронизацией как универсальным явлением при взаимодействии нелинейных колебательных систем.

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

Формируемые компетенции (Код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2. Способность к применению общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии.. Этап формирования базовый	З1 (ПК-2). Знать основные математические концепции теории колебаний, применяемые в теории синхронизации (определения, математические методы, теоремы). У1 (ПК-2). Уметь применять современный математический аппарат теории колебаний для исследования явлений синхронизации, а так же фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий В1 (ПК-2) Владеть аппаратом теории синхронизации возбудимых сред

3. Структура и содержание дисциплины «Введение в теорию синхронизации»

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часов, из которых 32 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия семинарского типа), 1 час мероприятия промежуточной аттестации – зачет, 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины Форма промежуточной аттестации по дисциплине	В том числе															
	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы										Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Тьюторского Занятия		Информационного Занятия		Лекционного Занятия		Лабораторного Занятия		Всего				
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	
Раздел 1. Введение Обзор основ теории возбудимых сред и приложений в кардиологии.	8						4						4			4
Раздел 2. Модели возбудимых сосредоточенных систем. Модель Фитц-Хью – Нагумо. Модель Луо-Руди. Ионные токи. Потенциал действия. Режим рефрактерности. Перевод возбудимой системы в автоколебательный режим. Управление частотой автоколебаний.	12						6						6			6
Раздел 3. Модели возбудимых сред. Уравнение баланса электрического заряда на клеточной мембране. Бидоменная модель возбудимой среды. Переход к монодоменной модели. Решёточные модели.	12						6						6			6
Раздел 4. Динамика неавтоколебательных сред. Стационарные волны. Волновые фронты. Спиральные волны. Взаимодействие волновых фронтов и спиральных волн. Подавление спиральных волн. Спиральный хаос.	12						6						6			6
Раздел 5. Динамика автоколебательных сред. Пейсмейкеры. Глобальная и кластерная синхронизация в одномерном и двумерном случаях. Динамика смешанных сред, состоящих из автоколебательных и возбудимых элементов.	10						4						4			6
Раздел 6. Приложения в кардиологии. Сердечные аритмии и	10						4						4			6

спиральные волны в сердечной мышце. Фибрилляция и спиральный хаос.																	
Методы подавления аритмии и фибрилляции.	7						2						2			5	
В т.ч.текущий контроль	1						1										
Промежуточная аттестация – зачёт																	

Текущий контроль успеваемости проходит в форме опроса на занятиях. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме семинарских занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций *используемые на занятиях семинарского типа:*

- доклады студентов по тематике занятия с последующим обсуждением.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная и дополнительная литература.

5.1 Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Основные математические модели возбудимых элементов, включая как упрощенные (парадигматические), так и реалистичные (на примере клеток сердечной мышцы);
2. Принципы построения бидоменных и монодоменных моделей сред, содержащих возбудимую клеточную мембрану (на примере сердечной мышечной ткани);
3. Механизмы установления режимов глобальной и кластерной синхронизации в возбудимых средах;
4. Пространственно-временные картины динамики в режимах глобальной и кластерной синхронизации и в процессе установления синхронных режимов.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

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

способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий

ПК-2. Способность к применению общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знания Знать основные математические концепции теории колебаний, применяемые в теории синхронизации (определения, математические методы, теоремы).	Отсутствие знаний материала	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
Умения Уметь применять современный математический аппарат теории колебаний для исследования явлений синхронизации, а так же фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий	Отсутствие способности решения стандартных задач	Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками	Способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	Способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	Способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Навыки Владеть аппаратом теории синхронизации возбудимых сред	Полное отсутствие навыка	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточное владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала

- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Критерии оценок.

Зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос и выполнить задания, знает основные понятия и определения из материала дисциплины.
Не зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций не может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос и выполнить задания, либо не знает основные понятия и определения из материала дисциплины.

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

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются: устный опрос, выполнение практических заданий.

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

Вопросы к зачёту для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Модель Фитцхью-Нагумо. Построение фазового портрета. Возбуждаемая динамика.
2. Модель Луо-Руди. Ионные токи. Основные режимы динамики.
3. Уравнение баланса электрического заряда на клеточной мембране. Бидоменная модель возбудимой среды.
4. Переход от бидоменной модели к монодоменной. Решёточные модели.
5. Стационарные волны в распределенной модели с одномерным пространством. Описание с помощью сосредоточенной модели в бегущих координатах.
6. Пространственно-временная динамика возбудимых сред в двумерном пространстве: Волновые фронты. Спиральные волны. Взаимодействие

волновых фронтов и спиральных волн. Подавление спиральных волн. Спиральный хаос.

7. Динамика автоколебательных сред.
8. Динамика автоколебательных сред в одномерном пространстве. Глобальная и кластерная синхронизация. Динамика смешанных сред, состоящих из автоколебательных и возбудимых элементов.
9. Динамика автоколебательных сред в двумерном пространстве. Глобальная и кластерная синхронизация. Динамика смешанных сред, состоящих из автоколебательных и возбудимых элементов.
10. Основные виды сердечных аритмий.
11. Фибрилляция и спиральный хаос. Методы подавления аритмии и фибрилляции.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

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

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

(а) Основная литература

3. Матросов В.В. Вынужденная синхронизация: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2013.
4. Шалфеев В.Д., Матросов В.В. Нелинейная динамика систем фазовой синхронизации. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2013.

(б) Дополнительная литература

5. Афраймович В.С., Некоркин В.И., Осипов Г.В., Шалфеев В.Д. Устойчивость, структуры и хаос в нелинейных сетях синхронизации. – Горький: ИПФ АН СССР, 1989.
<http://www.iapras.ru/biblio/haos.html>
6. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М.: «Техносфера», 2003.

(в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

7. Лекция Стивена Стрэгатца «Наука о синхронизации» (Steven Strogatz, “The science of sync”) – видеоматериал (английский язык), стенограмма и субтитры (19 языков, включая русский)
http://www.ted.com/talks/steven_strogatz_on_sync/transcript?language=ru
8. Опыт «Синхронизация метрономов» (видеоматериал)
<http://www.youtube.com/watch?v=W1TMZASCR-I>
<http://www.youtube.com/watch?v=JWTToUATLGzs>
9. Опыт «Синфазная и противофазная синхронизация автоколебаний пламени» (видеоматериал)

<http://www.youtube.com/watch?v=ndNBSgUd-vU>

<http://www.youtube.com/watch?v=ld9KHCQ22-4>

10. Статья «Синхронизация вспышек светлячков» (на английском языке) и видеоматериал

<http://phys.org/news197815725.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор _____ Канаков О.И.

Рецензент _____ Иванченко М.В.

Заведующий кафедрой _____ Матросов В.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 25 мая 2023, протокол № 04/23.