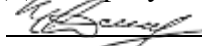


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ИВТ  
 Д.Ю. Чалый  
« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Асимптотические методы нелинейной динамики»

**Направление подготовки**  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)**  
«Математические основы искусственного интеллекта»

**Квалификация выпускника**  
Магистр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 г.,  
протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
«28» апреля 2023 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Асимптотические методы нелинейной динамики» знакомит магистрантов с ключевыми методами нелинейной динамики – асимптотическими. Цель преподавания этой дисциплины – добиться осмысленного понимания магистрантами современных парадигм математического моделирования, проблем, актуальных для настоящего этапа развития этой науки. Образовательные задачи включают в себя усвоение магистрантами новейших концепций по различным отраслям применения нелинейной динамики.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Асимптотические методы нелинейной динамики» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП магистратуры.

Образовательный процесс в рамках дисциплины «Асимптотические методы нелинейной динамики» опирается на подготовку обучающихся на предыдущей образовательной ступени, имеющих степень бакалавра и изучавших базовые математические курсы (т.е. получивших исходные математические знания). Непосредственно при осуществлении магистерской подготовки имеют значение следующие междисциплинарные связи представленного курса: «математический анализ», как фундамент математического образования, «дифференциальные уравнения», «линейная алгебра» и «уравнения математической физики», как курсы, составляющие математическую основу данного курса.

Дисциплина «Асимптотические методы нелинейной динамики» способствует формированию мировоззрения и развитию математического мышления, а также дальнейшему развитию навыков научно-исследовательской деятельности. Предполагаемое данным курсом освещение центральных тем, базовых понятий и методов современного математического моделирования закладывает основы для более детального изучения и понимания широкого круга специальных вопросов.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1 Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии.	ПК-1.1 Понимает современные математические теории и применяет их для решения задач в своей профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> – общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений, – понятие метода усреднения, – идею метода квазинормальных форм <b>Уметь:</b> – пользоваться методом усреднения,

		– находить нормальную форму системы обыкновенных дифференциальных или разностных уравнений второго порядка, – пользоваться методами большого параметра, <b>Владеть:</b> – навыками методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем.
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)							Формы текущего контроля успеваемости Форма
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа		
			<b>Контактная работа</b>							
1	Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теорема Флоке–Ляпунова	3	1	1					1	
2	Метод усреднения	3	1	1					2	
3	Теорема о центральном многообразии	3	1	1					2	
4	Метод нормальных форм для потоков	3	1	1					2	
5	Нормализация систем с дискретным временем	3	1	1					2	
6	Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 1).	3	1	1					2	
7	Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 2)	3	1	1					2	
8	Метод нормальных форм для динамических	3	1	1					2	

	систем с бесконечномерным фазовым пространством							
9	Экономный метод построения нормальной формы	3	1	1			2	
10	Методы асимптотического интегрирования систем близких к гамильтоновым	3	1	1			2	
11	Бифуркация расщепления сепаратрис и асимптотические методы построения периодических решений	3	1	1			2	
12	Методы большого параметра для дифференциальных уравнений на плоскости	3	1	1			2	
13	Релаксационные автоколебания	3	1	1			3	
14	Методы большого параметра для дифференциальных уравнений с запаздыванием	3	1	1			3	
15	Построение предельных динамических систем релейного типа	3	1	1			3	
16	Построение асимптотики релаксационного цикла для уравнений с запаздыванием	3	1	1			2,7	Реферат
	<b>Всего за 3 семестр</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>4</b>	<b>35,7</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>4</b>	<b>35,7</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

- Тема 1.** Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теорема Флоке–Ляпунова
- Тема 2.** Метод усреднения
- Тема 3.** Теорема о центральном многообразии
- Тема 4.** Метод нормальных форм для потоков
- Тема 5.** Нормализация систем с дискретным временем
- Тема 6.** Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 1).
- Тема 7.** Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 2)

**Тема 8.** Метод нормальных форм для динамических систем с бесконечномерным фазовым пространством

Экономный метод построения нормальной формы

**Тема 10.** Методы асимптотического интегрирования систем близких к гамильтоновым

**Тема 11.** Бифуркация расщепления сепаратрис и асимптотические методы построения периодических решений

**Тема 12.** Методы большого параметра для дифференциальных уравнений на плоскости

**Тема 13.** Релаксационные автоколебания

**Тема 14.** Методы большого параметра для дифференциальных уравнений с запаздыванием

**Тема 15.** Построение предельных динамических систем релейного типа

**Тема 16.** Построение асимптотики релаксационного цикла для уравнений с запаздыванием

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении лекционных и практических занятий по курсу «Асимптотические методы нелинейной динамики» используется разработанный на кафедре математического моделирования и кафедре компьютерных сетей специальный программный комплекс Tracer3, предназначенный для иллюстрации и исследования систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с запаздывающим аргументом. Программа Tracer3 позволяет численно решать достаточно широкий класс систем обыкновенных дифференциальных уравнений, отображений и уравнений с запаздываниями. Условно программу можно разбить на три основные алгоритмические части: компилятор математических выражений, построитель фазовых портретов и вычислитель ляпуновских показателей.

Для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации, разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами - программы

OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232, LibreOffice (свободное), издательская система LaTeX;

Для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

а) основная:

1. Smith, H., An Introduction to Delay Differential Equations with Applications to the Life Sciences = Введение в использование дифференциальных уравнений в естественных науках / H. Smith, New York, Springer, 2011, 172с
2. Глызин, С. Д., Релаксационные автоколебания в нейронных системах : учеб.пособие для студентов, обучающихся по специальности Прикладная математика и информатика / С. Д. Глызин, А. Ю. Колесов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2013, 219с
3. Глызин С. Д. Релаксационные автоколебания в нейронных системах [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности Прикладная математика и информатика. / С. Д. Глызин, А. Ю. Колесов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2013. - 219 с.  
<http://www.lib.uni-yar.ac.ru/edocs/iuni/20130405.pdf>

б) дополнительная:

1. Гукенхеймер, Д. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей / Д. Гукенхеймер, Ф. Холмс. – Москва-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2002.
2. Шильников, Л. П. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч. 1. / Л. П. Шильников, А. Л. Шильников, Д. В. Тураев, Л. Чуа. – Москва - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004.
3. Арнольд, В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В.И. Арнольд. М.: Наука. 1978.
4. Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики. / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: УРСС, 2002.
5. Глызин, С.Д. Численные методы анализа динамических систем: учеб. пособие / С.Д. Глызин; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2002.
6. Глызин, С.Д. Асимптотические методы нелинейной динамики: учебное пособие / С.Д. Глызин, А.Ю. Колесов; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2006.
7. Мищенко, Е. Ф. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания / Е. Ф. Мищенко, Н. Х.Розов. – М.: Наука, 1975. 248 с.
8. Мищенко, Е. Ф. Периодические движения и бифуркационные процессы в сингулярно возмущенных системах. / Е. Ф. Мищенко, Ю. С. Колесов, А. Ю. Колесов, Н. Х.Розов. – М.: Наука, 1995.

б) ресурсы сети «Интернет»

1. Через библиотеку ЯрГУ осуществляется доступ к диссертационным исследованиям, а также зарубежным базам данных (в периоды, когда доступ предоставляется библиотеке безвозмездно их владельцами).

2. Поисковые системы представлены в виде Yandex, Google, Rambler и т.д.
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт»( <https://urait.ru/> ).

4. Электронно-библиотечная система «Лань»(<https://e.lanbook.com/>).

### **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

- специальные помещения:
  - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
  - учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
  - учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
  - помещения для самостоятельной работы;
  - помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров)– списочному составу группы обучающихся.

- фонд библиотеки.
- компьютерная техника.

#### **Автор(ы) :**

Старший преподаватель  
кафедры компьютерных сетей, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ С.В. Алешин



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Асимптотические методы нелинейной динамики»  
Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации**

**Темы рефератов**

1. Асимптотические методы малого параметра в задачах нейродинамики.
2. Метод большого параметра в задачах нейродинамики.
3. Уравнения с запаздыванием в экологических приложениях.
4. Асимптотические методы в исследовании динамики полупроводникового лазера.
5. Математические основы теории катастроф и детерминированного хаоса.
6. Детектирование хаотических режимов в динамике экономических рядов: методы и примеры их приложений.
7. Численные методы анализа цепочек и решеток осцилляторов.
8. Бифуркация голубого неба, теорема Шильникова
9. Энтропийные показатели массивов экспериментальных данных.
10. Вычисление инвариантных размерностных показателей.
11. Усреднение и задачи о маятниках с вибрационным воздействием.  
Динамические системы близкие к гамильтоновым

**Критерии оценки**

Оценка	Критерий
зачтено	<p>ОК-1 Обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению</p> <p>ПК-3 Реферат содержит практическую часть. Верно применены математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач по практической части темы реферата</p>
незачтено	<p>ОК-1 Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе</p> <p>ПК-3 Реферат не содержит практической части, либо не верно применены математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач по теме реферата</p>

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету

1. Линейные системы с периодическими коэффициентами. Теорема Флоке–Ляпунова
2. Метод усреднения
3. Теорема о центральном многообразии
4. Метод нормальных форм для потоков
5. Нормализация систем с дискретным временем
6. Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 1).
7. Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 2)
8. Метод нормальных форм для динамических систем с бесконечномерным фазовым пространством
9. Экономный метод построения нормальной формы
10. Методы асимптотического интегрирования систем близких к гамильтоновым
11. Бифуркация расщепления сепаратрис и асимптотические методы построения периодических решений
12. Методы большого параметра для дифференциальных уравнений на плоскости
13. Релаксационные автоколебания
14. Методы большого параметра для дифференциальных уравнений с запаздыванием
15. Построение предельных динамических систем релейного типа
16. Построение асимптотики релаксационного цикла для уравнений с запаздыванием

### Критерии оценки

Зачет проводится в устной форме по билетам: студент должен ответить на два вопроса. На подготовку ответа на каждый из них отводится 20 минут. При наличии заченного реферата на усмотрение преподавателя один из вопросов может быть снят. По теме вопроса преподаватель может дать одно практическое задание (на подготовку ответа отводится дополнительные 40 минут).

На зачете не разрешается пользоваться литературой, конспектами и иными вспомогательными средствами. В случае использования студентами подобной литературы преподаватель оставляет за собой право удалить студента с зачета, выставив ему неудовлетворительную оценку.

При оценке устных ответов студентов учитываются **следующие критерии**:

1. Понимание и степень усвоения теории курса; Уровень знания фактического материала в объеме программы; Правильность формулировки основных понятий и закономерностей; Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Стиль изложения ответа: владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе
3. Умение связать теорию с практическим применением.
4. Умение ответить на дополнительные вопросы

Оценка **зачтено** выставляется студенту, если в каждом из пунктов выполняется одно из условий:

Ответы на вопросы :

- На вопросы даны исчерпывающие ответы, которые показывают прочные знания основных процессов изучаемой предметной области. Изложение материала должно быть логически верно.
- На вопросы даны в целом верные ответы, но с отдельными неточностями, не носящими принципиального характера.
- Ответы, свидетельствуют в основном о знании процессов изучаемой предметной области, но отличаются недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы.

Стиль изложения ответа:

- Ответы изложены грамотным научным языком, все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты верно. Изложение материала должно быть логически верно.
- Не все термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения и грамматические / стилистические погрешности изложения. Возможно незначительное нарушение логики изложения материала, периодическое использование разговорной лексики.

Умение связать теорию с практическим применением.

- Ответы показывают умение связать теорию с практическим применением и умение делать обобщения и выводы.
- Ответы не проиллюстрированы примерами в должной мере.
- Студент должен выдать хотя бы идею выполнения практического задания (если оно есть)

Умение ответить на дополнительные вопросы:

- Студент отвечает на дополнительные вопросы
- Отвечает на большую часть дополнительных вопросов.

**Оценка незачтено** выставляется студенту, если:

Ответы на вопросы :

- Ответы на вопросы отсутствуют либо не соответствуют содержанию вопросов. Ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросах, трактуются ошибочно. Полное незнание литературы и источников по теме вопроса.

Стиль изложения ответа:

- Полное отсутствие логики изложения материала, постоянное использование разговорной лексики.

Умение связать теорию с практическим применением.

- Ответы показывают неумение связать теорию с практическим применением и умение делать обобщения и выводы.
- Студент не выполнил практическое задание (если оно есть)

Умение ответить на дополнительные вопросы:

- Отсутствие ответов на большинство дополнительно заданные вопросов.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

*Пороговый уровень* - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

*Продвинутый уровень* - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

*Высокий уровень* - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Общекультурные компетенции</b>						
ОК-1	Реферат. Зачет.	1-16	<p><b>Знать:</b> – методы синтеза и анализа. применяемые в нелинейной динамике</p> <p><b>Уметь:</b> – решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления в задачах нелинейной динамики</p> <p><b>Владеть навыками:</b> – методами анализа и синтеза</p>	<p>Удовлетворительное, но не систематическое знание методов анализа и синтеза, применяемых в механике и математическом моделировании</p> <p>В целом успешное, но не систематическое владение методами анализа и синтеза</p> <p>В целом успешное, но не систематическое использование умения решать задачи, требующие навыков</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание методов анализа и синтеза, применяемых в механике и математическом моделировании</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами анализа и синтеза</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления</p>	<p>Отличное знание методов анализа и синтеза, применяемых в механике и математическом моделировании.</p> <p>Вполне успешное владение методами анализа и синтеза.</p> <p>Сформированное умение решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления</p>

				абстрактного мышления		
<b>Профессиональные компетенции</b>						
ПК-3	Реферат. Зачет.	1-16	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений,</li> <li>– понятие метода усреднения,</li> <li>– идею метода квазинормальных форм</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться методом усреднения,</li> <li>– находить нормальную форму системы обыкновенных дифференциальных или разностных уравнений второго порядка,</li> <li>– пользоваться методами большого параметра,</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p>	<p>Знание основной терминологии, общих принципов построения нормальных форм, понятия метода усреднения и метода нормальных форм</p> <p>Умение пользоваться методом усреднения, находить нормальную форму систему ОДУ и разностных уравнений второго порядка, пользоваться методом большого параметра при решении стандартных задач</p> <p>Владение навыками методологического осмысления типовых конкретно-научных проблем</p>	<p>Достаточно полные и систематизированные знания общих принципов построения нормальных форм, понятия метода усреднения и метода нормальных форм</p> <p>Умение пользоваться методом усреднения, находить нормальную форму систему ОДУ и разностных уравнений второго порядка, пользоваться методом большого параметра при решении учебных задач</p> <p>Владение базовыми навыками методологического осмысления учебных конкретно-научных проблем</p>	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания общих принципов построения нормальных форм, понятия метода усреднения и метода квазинормальных форм</p> <p>Умение пользоваться методом усреднения, находить нормальную форму систему ОДУ и разностных уравнений второго порядка, пользоваться методом большого параметра при решении сложных учебных профессиональных задач</p> <p>Владение базовыми навыками методологического осмысления трудных конкретно-научных проблем</p>

			– навыками методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем.			
--	--	--	---	--	--	--

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;



- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Асимптотические методы нелинейной динамики»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Асимптотические методы нелинейной динамики» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что в основе преподаваемой дисциплины лежит особый математический аппарат, с помощью которого решаются довольно сложные и громоздкие задачи. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка практических навыков решения задач.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы нелинейной динамики. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

В конце первого семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Асимптотические методы нелинейной динамики» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и

метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.