

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

Ряжских В.И.

«19» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Общая теория динамических систем»

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа Моделирование и оптимизация рабочих процессов
в энергетических системах газонефтепроводов

Квалификация (степень) выпускника магистр

Нормативный срок обучения 2 года / 2 года 4 месяцев

Форма обучения очная/заочная

Авторы программы д.т.н., проф.

/ В.И. Ряжских/

к.ф.-м.н., доц.

/ Т.И. Костина/

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики и механики
«16» мая 2018 года Протокол № 10

Зав. кафедрой ПММ,
д.т.н., профессор

/ В.И. Ряжских /

Руководитель ОПОП,
д.т.н., профессор

/ С.Г. Валухов /

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины:

формирование компетенций, необходимых для приобретения знаний и навыков построения, а также качественного и количественного исследования математических моделей сложных динамических систем, функционирующих в непрерывном или дискретном времени, а также оценки исходных материалов и данных для разработки математических моделей реального процесса или явления.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

изучить типичные математические схемы, используемые для описания управляемых объектов;

формулировать и решать основные математические проблемы, возникающие при исследовании и расчете управляемых систем и объектов; овладеть необходимыми знаниями и умениями правильного выбора математической схемы, адекватно отражающей основные характеристики реального объекта моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Общая теория динамических систем» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Общая теория динамических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ОПК-1 - способностью формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности

ОПК-3 - способностью изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности

ПК-3 - способностью планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-1	<i>знать</i> основные математические схемы, используемые для описания и исследования динамических систем различных типов
	<i>уметь</i> оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления, реализации и синтеза
	<i>владеть</i> методами количественного и качественного

	анализа конкретных моделей динамических систем
ОПК-1	<i>Знать</i> особенности различных классов динамических систем, функционирующих как в непрерывном, так и в дискретном времени, их взаимосвязь друг с другом и их классификацию;
	математические результаты, характеризующие различные классы динамических систем
	<i>уметь</i> построить математическую модель конкретного объекта в виде динамической системы определенного класса
	формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;
	<i>Владеть</i> как сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических систем;
ОПК-3	<i>Знать</i> формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;
	<i>уметь</i> сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических систем
	<i>Владеть</i> методами оценивания математические результаты, характеризующие различные классы динамических систем
ПК-3	<i>Знать</i> как построить схемы сопряжения и операторы сопряжения многоуровневых динамических систем;
	<i>Уметь</i> методами количественного и качественного анализа конкретных моделей динамических систем
	<i>Владеть</i> оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления, реализации и синтеза;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Общая теория динамических систем» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2

Аудиторные занятия (всего)	28	28
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Самостоятельная работа	80	80
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Самостоятельная работа	92	92
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	0	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории систем. Системный подход и системный анализ.	Введение в теорию динамических систем. Основные понятия и определения теории систем. Системный подход и системный анализ. Классификация динамических систем. Примеры: уравнение маятника - нелинейный осциллятор, уравнение Навье-Стокса, уравнение Лоренца- хаотическая динамика.	4	2	12	18
2	Методы и модели моделирования систем.	Современные аналитические и численные методы моделирования. Теория принятия решений. Основные понятия и схема процесса принятия решений. Качество и эффективность решений. Показатели качества и эффективности. Базовая модель процесса принятия решений. Классификация задач принятия решений и методов их решения. Принятие решений в условиях определенности. Проблема многокритериальности и методы ее решения. Принятие решений в условиях риска и	2	2	12	16

		неопределенности (примеры)				
3	Качественные и количественные методы описания систем.	изучение основ качественной теории дифференциальных уравнений, разбиения фазового пространства на траектории, поиск и классификация положений равновесия. Метод первого приближения. Метод функций Ляпунова. Критерий Рауса-Гурвица.	2	2	14	18
4	Кибернетический и синергетический подход к описанию систем.	Управление как процесс. Система управления как совокупность объектов. Этапы управления. Самоорганизация. Основы синергетики предложенные Хакеном. Качественная теория дифференциальных уравнений.	2	2	14	18
5	Динамические системы и методы их идентификации. Пространство состояний системы.	Нелинейные динамические системы. Примеры. Фрактальные поверхности. Теория Хаоса.	2	2	14	18
6	Детерминированные системы. Стохастические (вероятностные) системы.	Детерминированные системы. Стохастические (вероятностные) системы. Моделирование методами сетевого планирования. Моделирование в непрерывном и дискретном времени. Цепи Маркова. Система Колмогорова.	2	4	14	20
Итого			14	14	80	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории систем. Системный подход и системный анализ.	Введение в теорию динамических систем. Основные понятия и определения теории систем. Системный подход и системный анализ. Классификация динамических систем. Примеры: уравнение маятника - нелинейный осциллятор, уравнение Навье-Стокса, уравнение Лоренца- хаотическая динамика.	2	-	14	16
2	Методы и модели моделирования систем.	Современные аналитические и численные методы моделирования. Теория принятия решений. Основные понятия и схема процесса принятия решений. Качество и эффективность решений. Показатели качества и эффективности. Базовая модель процесса принятия решений. Классификация задач принятия решений и методов их решения. Принятие решений в условиях определенности. Проблема многокритериальности и методы ее решения. Принятие решений в условиях риска и неопределенности (примеры)	2	-	14	16
3	Качественные и количественные методы описания систем.	изучение основ качественной теории дифференциальных уравнений, разбиения фазового пространства на траектории, поиск и классификация положений равновесия. Метод первого приближения. Метод функций Ляпунова. Критерий Рауса-Гурвица.	2	-	16	18
4	Кибернетический и синергетический подход к описанию систем.	Управление как процесс. Система управления как совокупность объектов. Этапы управления. Самоорганизация. Основы синергетики предложенные Хакеном. Качественная теория дифференциальных уравнений.	-	2	16	18

5	Динамические системы и методы их идентификации. Пространство состояний системы.	Нелинейные динамические системы. Примеры. Фрактальные поверхности. Теория Хаоса.	-	2	16	18
6	Детерминированные системы. Стохастические (вероятностные) системы.	Детерминированные системы. Стохастические (вероятностные) системы. Моделирование методами сетевого планирования. Моделирование в непрерывном и дискретном времени. Цепи Маркова. Система Колмогорова.	-	2	16	18
Итого			6	6	92	104

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОК-1	знать основные математические схемы, используемые для описания и исследования динамических систем различных типов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления, реализации и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	синтеза			
	<i>владеть</i> методами количественного и качественного анализа конкретных моделей динамических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	<i>Знать</i> особенности различных классов динамических систем, функционирующих как в непрерывном, так и в дискретном времени, их взаимосвязь друг с другом и их классификацию; математические результаты, характеризующие различные классы динамических систем	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>уметь</i> построить математическую модель конкретного объекта в виде динамической системы определенного класса формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть</i> как сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	систем;			
ОПК-3	<i>Знать</i> формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>уметь</i> сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть</i> методами оценивания математические результаты, характеризующие различные классы динамических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	<i>Знать</i> как построить схемы сопряжения и операторы сопряжения многоуровневых динамических систем;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>Уметь</i> методами количественного и качественного анализа конкретных моделей динамических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть</i> как оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	решении задач управления, реализации и синтеза;			
--	---	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОК-1	знать основные математические схемы, используемые для описания и исследования динамических систем различных типов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления, реализации и синтеза	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами количественного и качественного анализа конкретных моделей динамических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	Знать особенности различных классов динамических систем, функционирующих как в непрерывном, так и в дискретном времени, их взаимосвязь друг с другом и их классификацию; математические результаты,	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	характеризующие различные классы динамических систем			
	уметь построить математическую модель конкретного объекта в виде динамической системы определенного класса формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть как сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических систем;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	Знать формулировать и решить проблему управления в рамках конкретной категории динамических систем;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь сформулировать и решить проблему синтеза (задачу управления с помощью обратной связи) в рамках конкретной категории динамических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами оценивания	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Продемонстрирован верный ход решения	Задачи не решены

	математические результаты, характеризующие различные классы динамических систем	области	в большинстве задач	
ПК-3	<i>Знать</i> как построить схемы сопряжения и операторы сопряжения многоуровневых динамических систем;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>Уметь</i> методами количественного и качественного анализа конкретных моделей динамических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть</i> как оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления, реализации и синтеза;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень тестовых заданий

Тесты-вопросы теоретического характера

1. Виды анализов, используемых в системном анализе:

- параметрический;
- структурный;
- генетический;
- компонентный;
- функциональный.

2. Элементы системы или подсистемы считаются взаимосвязанными, если

-по изменению происходящему в одном из элементов можно судить об изменениях, происходящих в связанных с ним элементах;

-если между ними происходит обмен веществом, энергией или информацией, важный с точки зрения функционирования системы.

3. Качественные методы описания систем используют

-методы типа сценариев, методы экспертных оценок;

-когнитивную структуризацию;

-морфологические методы;

-блочно-иерархический подход.

4. Устойчивость системы — это

-способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих действий

- другой ответ

5. Связь в системе — это

-это ограничение степеней свободы элементов;

-любые взаимодействия, обеспечивающие функционирование системы, превышающие по своей силе взаимодействия с внешней средой;

-то, что обеспечивает возникновение и сохранение целостных свойств.

6. Укажите правильные высказывания относительно управления

-для управления нужна обратная связь, которая отражает влияние управляющих воздействий;

-для управления необходимо знать какие параметры мы можем изменять и в каких пределах;

-целенаправленное вмешательство в процесс в системе называется управлением.

7. Самоорганизующиеся системы под действием внешней среды

- изменяют структуру и алгоритм управления;
- имеют в своем составе адаптор.

8. Отметьте справедливые высказывания:

- элементы любой системы выступают как системы более низкого порядка;
- системы образуют особое единство со средой;
- любая исследуемая система представляет элемент системы более высокого порядка.

9. Что явилось причинами интенсивного развития системного анализа?

- огромный объем накопленных знаний в различных областях знаний;
- необходимость разработки исследования плохо структурированных задач;
- большая специализация и дифференциация наук, приводящая к затруднению понимания и сложности обсуждения и решения проблем, лежащих на стыке наук.
- теория автоматического контроля.

10. Системы классифицируются по степени определенности функционирования

- вероятностные;
- детерминированные.

11. Количественные методы описания систем используют

- имитационные модели;
- численные методы расчета;
- аналитические математические модели.

Тесты-вопросы практического характера

1. Нарисуйте качественно зависимость сигнала генератора пилообразных колебаний с модулированным по гармоническому закону уровнем срыва, и укажите на графике дискретные значения переменной.
2. Нарисуйте качественно диаграмму время – вертикальная координата для шарика на вибрирующем столе в режиме, когда для отображения реализуется 2-цикл.
3. Нарисуйте итерационную диаграмму логистического отображения,

показывающую цикл периода 2.

4. Укажите значение мультипликатора отображения в неподвижной точке в начале координат

5. Напишите формулу отображения Эно.

6. Напишите формулу кубического отображения

7. Нарисуйте качественно структуру crossroad area.

8. Изобразите качественно возможные типы портретов аттракторов двумерных отображений.

9. Изобразите качественно картину языков Арнольда вдоль линии бифуркации Неймарка-Сакера.

10. Изобразите треугольник устойчивости для двумерного отображения на плоскости след – якобиан и укажите на рисунке характерные бифуркации коразмерности один и два.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1.

Найдите матрицу эволюции для гармонического осциллятора, позволяющую определить вектор-столбец, составленный из величины x и ее производной, в любой момент времени по его начальному значению. Вычислите определитель этой матрицы и покажите, что рассматриваемая система является консервативной.

Задача 2.

Представьте уравнение линейного осциллятора с затуханием в «стандартной» форме, отвечающей определению динамической системы. Покажите, что рассматриваемая система является диссипативной, для чего вычислите дивергенцию соответствующего векторного поля на фазовой плоскости.

Задача 3.

Одной из первых систем, для которой был обнаружен динамический хаос, являлась простая модель тепловой конвекции в атмосфере, исследованная Лоренцем (1963 г.): Установите значения параметров, при которых модель Лоренца является диссипативной.

Задача 4.

Исследовать положения равновесия динамической системы и схематически изобразить ее фазовый портрет.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x + 3y; \\ \frac{dy}{dt} = 2x. \end{cases}$$

Задача 5

Сделайте в отображении Заславского аккуратный предельный переход к случаю очень большой диссипации. Покажите, что получается точно такое же отображение окружности, как и в задаче о релаксационном генераторе.

Задача 6.

Исследовать на устойчивость по первому приближению нулевое положение равновесия системы:

$$1. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 3x^2 + y + 2y^2; \\ \frac{dy}{dt} = xy - y - 2x. \end{cases}$$

Задача 7.

Исследовать устойчивость нулевого решения уравнения с помощью критерия Раусса-Гурвица.

$$x''' + 6x'' + 3x' + 2x = 0.$$

Задача 8

1. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг ($i, j = 1, 2$). Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент $t = 0$ определяется вектором $\vec{q}$.

Найти : матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага.

$$P = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,4; 0,6)$$

Задача 9

Дана таблица экспериментальных данных. Необходимо найти аппроксимирующую функцию в виде:

1) линейного полинома: $y = A_0 + A_1x$;

2) квадратичного полинома: $y = A_0 + A_1x + A_2x^2$.

Построить графики этих функций.

Задача 10

Найти численное решение линейной краевой задачи для дифференциального уравнения 2-го порядка конечно-разностным методом, используя аппроксимацию производных второго порядка и шаг .

$$y'' + xy' - 0.5 \frac{y}{x} = 1, \quad \begin{cases} y(2) + 2y'(2) = 1, \\ y(2.3) = 2.15, \end{cases}$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача1.

Для модели прыгающего шарика найдите условие, при котором шарик будет подпрыгивать после каждого удара на одинаковую высоту. (Вопрос об устойчивости этого решения пока обсуждать не будем.) Постройте аналитически диаграммы для случая периода 2 в соответствующем отображении.

Задача2.

Изобразите качественно пространственно-временную диаграмму для задачи о прыгающем шарике в случае, когда смещением плиты пренебречь нельзя. Покажите траектории, отвечающие неподвижной точки отображения.

Задача 3.

Получите отображение для механической системы, являющейся моделью Улама ускорения Ферми (рис. 3). Все удары упругие, стенка колеблется по гармоническому закону. Смещением стенки пренебречь.

Задача 4.

Пусть на вход некоторой ГПС поступила партия одинаковых деталей для изготовления изделий одной номенклатуры. Задана установленная для этой номенклатуры последовательность технологических операций. Для каждой операции определены допустимые назначения на станки ГПС и время ее выполнения каждым подходящим станком. Время выполнения операции может зависеть от станка, который ее выполняет. Известно время транспортировки детали от одного станка к другому. Требуется так назначить операции на станки, чтобы получаемый при этом технологический маршрут прохождения станков был сбалансирован (т. е. длительности обработки и транспортировки детали на всех участках маршрута, по возможности, выравнены).

Задача 5.

Покажите, что если бифуркация Андронова-Хопфа имеет общую точку с линией превращения узла в фокус, то в эту же точку приходит и линия бифуркации седло-узел.

Задача 6

Для задачи о динамике модели хищник-жертва изобразите вместе линии бифуркации Андронова-Хопфа и седло-узел на плоскости параметров. Имеют ли они общую точку – точку Богданова Такенса? Если да, найдите ее координаты.

Задача 7

Цель: Определить дебит газа горизонтальной скважины

Исходные данные:

$R_k, m=1000$; $g_c, m=0,1$; $P_{пл}, атм=350$; $P_{заб}, атм=250$; $L, m=200$; $h, m=8$; $a, атм^2/$

$(\text{тыс.м}^3/\text{сут})=40; b, \text{ атм}^2/(\text{тыс.м}^3/\text{сут})^2=0,01; v=0,8.$

Задача 8

Нефтяное месторождение, подстилаемое неактивной водой, разрабатывается при режиме растворенного газа. Начальное пластовое давление $p_0=20,0$ МПа. Оно равно давлению насыщения p_n . За некоторый период разработки месторождения при режиме растворенного газа пластовое давление снизилось до $p=17,0$ МПа. При этом из пласта было отобрано количество дегазированной нефти $Q_n=230,0 \cdot 10^4$ м³ в стандартных условиях. Средний за рассматриваемый период разработки месторождения газовый фактор $G=Q_g/(Q_n=582,7)$ м³/м³.

Требуется определить на основе метода материального баланса начальные геологические запасы нефти (в дегазированном состоянии) G_n и текущую нефтеотдачу η к концу указанного периода. Изменение газосодержания G и объемного коэффициента b_n нефти показано на рисунке 1. Отношение объема газа в пластовых условиях к объему газа в стандартных условиях (объемный коэффициент газа) $b_g=0,00564$. (рис.1).

Задача 9

Определить текущую нефтенасыщенность S_n нефтяной залежи на различные моменты времени, когда пластовое давление в процессе разработки при режиме растворенного газа $p_1=21,0$ МПа, $p_2=19,0$ МПа, $p_3=17,0$ МПа. Основные данные о параметрах нефти и газа приведены на рис.2. Давление насыщения $p_n=22,5$ МПа. Насыщенность порового объема связанного с водой $S_{св}=0,075$ МПа.

Задача 10.

Вывод дифференциального уравнения нестационарного движения сжимаемой идеальной жидкости в длинном трубопроводе

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Определение и способы задания динамических систем. Общая классификация методов анализа и синтеза сложных динамических систем.
2. Аналитические подходы к исследованию и синтезу сложных динамических систем.
3. Методы классической теории управления .
- 4.. Интеллектуальные системы управления на базе нейросетей и нечеткой логики.
5. Синергетический подход к синтезу управления сложными динамическими

объектами.

6. Энтропийный подход к анализу и исследованию сложных динамических систем.
7. Теория рационального поведения.
8. Теория принятия решений.
9. Основные достоинства и недостатки аналитических методов управления сложными системами.
10. Современные численные методы.
11. Математический маятник, аттрактор Лоренца.
12. Классификация точек равновесия. Фазовое пространство.
13. Сущность когнитивного подхода к анализу и исследованию сложных систем.
14. Когнитивные карты.
15. Экспертные системы в условиях неопределенности и многокритериальности.
16. Модели сложных динамических систем, классификация моделей.
17. Модели в виде плоских графов.
18. Модели жизненных циклов сложных динамических систем.
19. Циклические модели сложных систем.
20. Математические модели сложных динамических систем, классификация математических моделей.
21. Применение метода аналогий при построении математических моделей сложных систем.
22. Некоторые модели соперничества.
23. Математические модели экономических процессов.
24. Модели апериодических (хаотических) колебаний.
25. Математические модели технических систем.

26. Алгоритмы управления и оценивания в сложных динамических системах.
27. Использование метода наименьших квадратов для получения оценок.
28. Алгоритмы оценивания в нелинейных системах в условиях неопределенности.
29. Оценка порядка сложности динамической системы.
30. Алгоритмы управления сложными динамическими системами.
31. Построение оптимальных по быстродействию управлений нелинейными системами.

7.2.5 Примерный перечень вопросов к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится в виде письменного ответа на теоретический вопрос и решение задачи. Оценка «зачтено» может быть получена студентами и в случае подготовки реферата на предложенную тему из списка вопросов к зачету, при этом студент уверенно владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы.

1. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент отвечает на вопрос, в решении задачи выполняет правильный алгоритм.
2. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент не отвечает на вопрос, не знает, как решать задачу.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия теории систем. Системный подход и системный анализ.	ОК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Письменный опрос
2	Методы и модели моделирования систем.	ОК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Письменный опрос. Решение задач
3	Качественные и количественные методы описания систем.	ОК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Письменный опрос. Решение задач
4	Кибернетический и синергетический подход к описанию систем.	ОК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Письменный опрос. Решение задач.
5	Динамические системы и методы их	ОК-1, ОПК-1, ОПК	Письменный опрос.

	идентификации. Пространство состояний системы.	-3, ПК-3	Решение задач
6	Детерминированные системы. Стохастические (вероятностные) системы.	ОК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Письменный опрос. Решение задач

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Письменный опрос и решение задач осуществляется на бумажном носителе. Время выполнения 60 мин. Затем осуществляется проверка ответа экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов Теория систем и системный анализ. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. 644 с. (ЭБС «Znanium»)

2. Пшихопов В.Х. Оценивание и управление в сложных динамических системах: монография. М.: Физматлит, 2009. 295 с.

3. Васильев Е.М. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. Воронеж, ВГТУ, 2008. 160 с.

4. Баркалов С.А Системный анализ и его приложения: учеб. пособие. Воронеж: Научная книга, 2008. - 439 с.

5. Баркалов С.А.и др. Системный анализ и принятие решений: Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный университет", 2010. - 652 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1.Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (научно-техническая библиотека): <http://catalog.vorstu.ru/>

2. <https://studfiles.net/preview/6129687/-Лекции> Лекции по дисциплине: теория систем и системный анализ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная доской и мелом.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Общая теория динамических систем» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета типовых задач. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора

	до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	---