

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан физико-математического
факультета
 Н.Б. Федорова
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Качественный анализ математических моделей экономических процессов»

Уровень основной профессиональной образовательной программы: **магистратура**

Направление подготовки: **01.04.01 Математика**

Направленность (профиль) подготовки: **Математические методы в экономике**

Форма обучения: **очная**

Срок освоения ОПОП: **нормативный – 2 года**

Факультет: **физико-математический**

Кафедра: **математики и методики преподавания математических дисциплин**

Рязань 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Качественный анализ математических моделей экономических процессов» являются:

- формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО,
- фундаментальная подготовка студентов в области качественного анализа математических моделей,
- овладение современными методами теории нелинейных колебаний для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями, которые потребуются магистрам для выполнения научной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Дисциплина Б1.В.ОД.3. «Качественный анализ математических моделей экономических процессов» относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины, входящие в программу подготовки магистра

- Матричный анализ,
- Математический анализ и его приложение к экономике

Также для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими параллельно читаемыми дисциплинами:

- Математические основы исследования динамических процессов в экономике
- Матричные уравнения в экономике / методы линейной алгебры в экономике.
- Математические методы исследования устойчивого развития экономической системы

Также необходимы навыки самостоятельного изучения доступной математической теории и анализа конкретных математических задач.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Оптимальное управление экономическими процессами,
- Математические модели в экономике,
- Динамические модели в экономике,

- Циклические процессы в экономике,
- Научно-исследовательская работа с семинаром,
- Преддипломная практика,
- Магистерская диссертация,
- Государственная итоговая аттестация (государственный экзамен).

2.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
			Знать	Уметь	Владеть
1.	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1) основные понятия качественного анализа, 2) методы математических рассуждений, 3) алгоритмы решения стандартных задач	1) логически обосновывать свою точку зрения, 2) доказывать математические утверждения, 3) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи	1) навыками анализа и обобщения информации, 2) навыками проведения строгих математических рассуждений, 3) навыками решения стандартных задач
2.	ОК-2	Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	1) этические нормы профессиональной деятельности, 2) принципы математического исследования, 3) правила оформления ссылок на работы других авторов	1) общаться со специалистами из других областей, 2) использовать теорию для исследования проблем в областях математики 3) формулировать и решать проблемы прикладного характера	1) навыками математического исследования, 2) навыками работы со специализированной, в том числе правовой, литературой 3) навыками решения задач качественного анализа
3.	ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	1. Методы освоения новой информации, 2. Методы математических рассуждений, 3. Алгоритмы решения стандартных задач	1. Применять полученные знания к выбору метода решения поставленной задачи 2. Подбирать специализированную литературу 3. Логически грамотно обосновывать свою точку зрения	1. Навыками анализа и обобщения информации. 2. Навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет 3. Методами математического исследования
4	ОПК-1	Способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	1) основные факты качественного анализа, 2) методы решения задач качественного анализа, 3) методы сбора и обработки информации	1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями, 2) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи 3) математически грамотно	1) навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет, 2) навыками работы со специализированной литературой, 3) навыками решения задач,

				систематизировать и обрабатывать экспериментальные данные, 4) формулировать цель и задачи исследования	4) навыками проведения математических доказательств
5	ОПК-2	Способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	1) теоретические и методологические основы построения математических моделей, 2) методы конструирования математических моделей, 3) методы исследования математических моделей	1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями, 2) применять имеющиеся знания к отбору значимых факторов, 3) привлекать знания естественных наук для построения моделей	1) методами сбора и обработки информации, 2) навыками логического обоснования предположений математической модели, 3) методами математического исследования
6.	ОПК-5	Готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	1) класс проблем качественного анализа, для решения которых требуется создание научно-исследовательского коллектива, 2) способы постановки исследовательских задач в рамках выбранной проблемы, 3) принципы организации научно-исследовательской работы	1) сформулировать коллективную проблему, 2) определить тему исследования каждого участника коллектива, 3) анализировать результаты исследования, 4) объективно рассматривать различные математически корректные методы решения одной задачи	1) навыками в объективной оценке результатов исследования, 2) умениями руководить коллективом, 3) навыками толерантного восприятия социальных различий.
7.	ПК-1	Способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	1) определения основных понятий качественного анализа, 2) формулировки и схемы доказательств фундаментальных теорем, 3) класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории	1) сформулировать проблему, в рамках которой поставить задачу, 2) определить метод решения поставленной задачи, 3) проанализировать полученные результаты, указать область их применения, 4) написать содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах	1) навыками работы со специализированной литературой 2) методами применения качественного анализа к решению задач прикладного характера, 3) навыками математического исследования
8.	ПК-4	Способностью к применению методов математического и	1) теорию качественного анализа, 2) принципы построения математических моделей,	1) анализировать поставленную задачу, 2) определить главные факторы,	1) навыками решения задач качественного анализа, 2) навыками конструирования

		алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	3) класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами качественного анализа,	влияющие на развитие процесса, 3) использовать инструменты пакетов компьютерной математики для решения некоторых задач качественного анализа	алгоритмов для решения поставленных задач 3) навыками классификации задач качественного анализа
--	--	---	--	--	---

2.5. Карта компетенций дисциплины

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: Качественный анализ математических моделей экономических процессов					
Цель дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> – формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, – фундаментальная подготовка студентов в области качественного анализа математических моделей, – овладение современными методами теории нелинейных колебаний для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания. <p>Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями, которые потребуются магистрам для выполнения научной работы.</p>				
В процессе освоения данной дисциплины магистрант формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные понятия качественного анализа, 2) методы математических рассуждений, 3) алгоритмы решения стандартных задач <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) логически обосновывать свою точку зрения, 2) доказывать математические утверждения, 3) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) навыками анализа и обобщения информации, 2) навыками проведения строгих математических рассуждений, 3) навыками решения стандартных задач 	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	<p>Пороговый</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи.</p> <p>Повышенный</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы</p>
ОК-2	Готовность	Знать:	Лекции,	Письменный	Пороговый

	действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	<p>1) этические нормы профессиональной деятельности,</p> <p>2) принципы математического исследования,</p> <p>3) правила оформления ссылок на работы других авторов</p> <p>Уметь:</p> <p>1) общаться со специалистами из других областей,</p> <p>2) использовать теорию для исследования проблем в областях математики</p> <p>3) формулировать и решать проблемы прикладного характера</p> <p>Владеть:</p> <p>1) навыками математического исследования,</p> <p>2) навыками работы со специализированной, в том числе правовой, литературой</p> <p>3) навыками решения задач качественного анализа</p>	изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи и умеет брать ответственность за корректность полученного результата. Повышенный Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы. Умеет брать ответственность за корректность полученного результата.
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>Знать:</p> <p>1. Методы освоения новой информации,</p> <p>2. Методы математических рассуждений,</p> <p>3. Алгоритмы решения стандартных задач</p> <p>Уметь:</p> <p>1. Применять полученные знания к выбору метода решения поставленной задачи</p> <p>2. Подбирать специализированную литературу</p> <p>3. Логически грамотно обосновывать свою точку зрения</p> <p>Владеть:</p> <p>1. Навыками анализа и обобщения информации.</p> <p>2. Навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет</p> <p>3. Методами математического исследования</p>	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	Пороговый Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи. Повышенный Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				

ОПК-1	Способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные факты качественного анализа, 2) методы решения задач качественного анализа, 3) методы сбора и обработки информации <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями, 2) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи 3) математически грамотно систематизировать и обрабатывать экспериментальные данные, 4) формулировать цель и задачи исследования <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет, 2) навыками работы со специализированной литературой, 3) навыками решения задач, 4) навыками проведения математических доказательств 	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	<p>Пороговый</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи.</p> <p>Повышенный</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы</p>
ОПК-2	Способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) теоретические и методологические основы построения математических моделей, 2) методы конструирования математических моделей, 3) методы исследования математических моделей <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями, 2) применять имеющиеся знания к отбору значимых факторов, 3) привлекать знания естественных наук для построения моделей <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) методами сбора и обработки информации, 2) навыками логического обоснования 	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	<p>Пороговый</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи.</p> <p>Повышенный</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, создания и исследования математической модели</p>

		предположений математической модели, 3) методами математического исследования			
ОПК-5	Готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) класс проблем качественного анализа, для решения которых требуется создание научно-исследовательского коллектива, 2) способы постановки исследовательских задач в рамках выбранной проблемы, 3) принципы организации научно-исследовательской работы <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сформулировать коллективную проблему, 2) определить тему исследования каждого участника коллектива, 3) анализировать результаты исследования, 4) объективно рассматривать различные математически корректные методы решения одной задачи <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) навыками в объективной оценки результатов исследования, 2) умениями руководить коллективом, 3) навыками толерантного восприятия социальных различий. 	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	<p>Пороговый</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи. Способен быть участником научно-исследовательской группы на уровне исполнителя.</p> <p>Повышенный</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, создания и исследования математической модели. Умеет разделить проблему на задачи, дать задание исполнителям, собрать воедино и проанализировать результаты.</p>
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	Способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) определения основных понятий качественного анализа, 2) формулировки и схемы доказательств фундаментальных теорем, 3) класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории <p>Уметь:</p>	Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия,	Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен	<p>Пороговый</p> <p>Способен применить знания, умения и владения для решения хорошо сформулированной задачи, умеет включиться в исследовательский процесс в качестве исполнителя.</p>

		<p>1) сформулировать проблему, в рамках которой поставить задачу, 2) определить метод решения поставленной задачи, 3) проанализировать полученные результаты, указать область их применения, 4) написать содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах</p> <p>Владеть: 1) навыками работы со специализированной литературой 2) методами применения качественного анализа к решению задач прикладного характера, 3) навыками математического исследования</p>	<p>контрольные работы, самостоятельная работа</p>		<p>Повышенный Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы</p>
ПК-4	<p>Способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p>	<p>Знать: 1) теорию качественного анализа, 2) принципы построения математических моделей, 3) класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами качественного анализа,</p> <p>Уметь: 1) анализировать поставленную задачу, 2) определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, 3) использовать инструменты пакетов компьютерной математики для решения некоторых задач качественного анализа</p> <p>Владеть: 1) навыками решения задач качественного анализа, 2) навыками конструирования алгоритмов для решения поставленных задач 3) навыками классификации задач качественного анализа</p>	<p>Лекции, изучение теоретического материала, подготовка к докладу, доклад, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа</p>	<p>Письменный опрос, доклад, индивидуальные домашние задания, контрольная работа, экзамен</p>	<p>Пороговый Способен применить знания, умения и владения к решению чётко поставленной задачи</p> <p>Повышенный Способен применить знания, умения и владения к решению задач качественного анализа, самостоятельно выбрать программный комплекс для решения поставленной задачи, скомбинировать несколько программных комплексов для достижения наилучшего результата.</p>

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2 часов	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	52	52	
В том числе:			
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), семинары (С)	34	34	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
2. Самостоятельная работа студента (всего)	92	92	
В том числе			
СРС в семестре	56	56	
Изучение теоретического и лекционного материала,	8	8	
Подготовка к письменному опросу	7	7	
Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий	12	12	
Подготовка к докладу	7	7	
Подготовка и выполнение контрольной работы	22	22	
СРС в период сессии	36	36	
В том числе:			
Повторение теоретического материала	20	20	
Закрепление навыков решения задач	16	16	
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	-	-
	экзамен (Э)	экзамен	экзамен
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	144	144
	зач. ед.	4	4

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
2	1	Качественный анализ математических моделей автономных экономических процессов	<p>Классификация экономических задач, приводящих к нелинейным динамическим моделям (модели экономического роста, системы типа «хищник-жертва» в экономике, модель Колмогорова).</p> <p>Качественные методы исследования нелинейных автономных систем с одной степенью свободы. Фазовое пространство и фазовые траектории динамических систем. Состояния равновесия систем с одной степенью свободы. Замкнутые фазовые траектории. Индексы особых точек и замкнутых фазовых траекторий - индексы Пуанкаре. Критерии отсутствия замкнутых фазовых траекторий. Об отсутствии фазовых траекторий, уходящих в бесконечность. Поведение траекторий на бесконечности. Оценка местоположения предельных циклов. Топографическая система Пуанкаре. Кривые контактов. Понятие грубости динамической системы. О фазовом портрете динамической системы. Простейшая консервативная система. Диссипативные системы. Автоколебательные системы. Примеры качественного исследования автоколебательных систем.</p>

		<p>Бифуркации динамических систем второго порядка. Бифуркационное значение параметра. Простейшие бифуркации, не связанные с рождением предельных циклов. Бифуркации, связанные с рождением предельных циклов.</p> <p>Качественные методы в динамике экономических систем.</p> <p>Метод точечных преобразований. Функция последования. Точечное преобразование. Неподвижная точка. Устойчивость неподвижной точки. Диаграмма Ламерея и теорема Кёнигса. Теорема Пуанкаре для автономных динамических систем.</p> <p>Метод Пуанкаре. Примеры применения метода Пуанкаре.</p> <p>Метод Ван-дер-Поля. Маятник Фроуда. Мягкий режим возбуждения автоколебаний. Маятник Фроуда. Жесткий режим возбуждения автоколебаний. Сравнение методов Пуанкаре и Ван-дер-Поля.</p> <p>Метод Каменкова.</p> <p>Асимптотический метод Крылова и Боголюбова. Системы n-го порядка. Первое приближение для системы n-го порядка. Второе и высшие приближения. Пример: решение уравнения Ван-дер-Поля.</p> <p>Теория бифуркаций и расчеты автоколебаний. Опасные и безопасные границы области устойчивости. Приближенный расчет автоколебаний. Модель реактора с нелинейной зависимостью реактивности от мощности.</p> <p>Метод гармонической линеаризации. Исходные положения метода. Об устойчивости периодических решений. Примеры расчета автоколебаний методом гармонической линеаризации.</p> <p>Разрывные колебания. Определение разрывных колебаний. "Быстрые" и "медленные" движения. Условия несущественности малого параметра. Разрывные предельные циклы.</p>
2	Качественный анализ математических моделей неавтономных и параметрических экономических процессов	<p>Вынужденные колебания системы с нелинейной восстанавливающей силой. Уравнение Дуффинга. Вынужденные колебания в линейной системе с одной степенью свободы. Постановка задачи для анализа гармонических колебаний. Применение метода Ван-дер-Поля. Вывод уравнения резонанса. Построение резонансных кривых. Анализ устойчивости периодических режимов. Явление скачка. О методе Пуанкаре для неавтономных систем. Нерезонансные вынужденные колебания. Субгармонические колебания. Действие двух гармонических сил. Комбинационные тона.</p> <p>Автоколебательная система при периодическом внешнем воздействии. Явление захватывания. Постановка задачи. Построение "резонансных кривых". Устойчивость гармонических колебаний. Явление захватывания. Анализ движений при больших значениях расстройки.</p> <p>Параметрические колебания. Параметрический резонанс. Системы второго порядка. Параметрические колебания маятника при скачкообразном изменении его длины. Обращенный маятник с вибрирующей точкой подвеса. Опыты П.Л. Капицы и В.Н. Челомея. Границы областей параметрического резонанса для уравнения Матьё. Влияние нелинейностей на ограничение параметрических колебаний. Параметрический резонанс в технике. Об исследовании устойчивости периодических решений нелинейных автономных систем.</p>

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
2	1	Качественный анализ математических моделей автономных экономических процессов	10	-	18	30	58	2, 4 недели – письменный опрос, 5, 7 недели – доклад по разделу 1 8 неделя – индивидуальные задания 9 неделя – контрольная работа
2	1.1	Классификация экономических задач, приводящих к нелинейным динамическим моделям	2	-		1	3	
	1.2	Качественные методы исследования нелинейных автономных систем с одной степенью свободы. Бифуркации динамических систем второго порядка.	2	-	2	5	9	
	1.3	Качественные методы в динамике экономических систем. Метод точечных преобразований. Метод Пуанкаре. Метод Ван-дер-Поля. Метод Каменкова. Асимптотический метод Крылова и Боголюбова.	4	-	10	8	22	
	1.4	Теория бифуркаций и расчеты автоколебаний. Метод гармонической линеаризации. Разрывные колебания	2	-	4	5	4	
		Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу 1.			2	11	11	
2	2	Качественный анализ математических моделей неавтономных и параметрических экономических процессов	8	-	16	26	50	11, 17 недели письменный опрос 18-19 недели – доклад по разделу 2 20 неделя – индивидуальные задания 21 неделя – контрольная работа
2	2.1	Вынужденные колебания системы с нелинейной восстанавливающей силой.	2	-	4	5	13	
	2.2	Автоколебательная система при периодическом внешнем воздействии. Явление захватывания.	2	-	4	5	13	
	2.3	Параметрические колебания. Параметрический резонанс.	4	-	6	5	13	
		Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу 2.			2	11	11	
		Итого в семестре	18		34	56	108	
		Разделы дисциплины № 1-2				36	36	Экзамен
		ИТОГО	18		34	92	144	

Примечание. Недели 13–16 – учебная практика.

2.3. Лабораторный практикум: не предусмотрен.

2.4. Примерная тематика курсовых работ: не предусмотрены.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
2	1.1	Классификация экономических задач, приводящих к нелинейным динамическим моделям	1. Изучение теоретического и лекционного материала	1
2	1.2	Качественные методы исследования нелинейных автономных систем с одной степенью свободы. Бифуркации динамических систем второго порядка.	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	1 1 2 1
2	1.3	Качественные методы в динамике экономических систем. Метод точечных преобразований. Метод Пуанкаре. Метод Ван-дер-Поля. Метод Каменкова. Асимптотический метод Крылова и Боголюбова.	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	2 2 2 2
2	1.4	Теория бифуркаций и расчеты автоколебаний. Метод гармонической линеаризации Разрывные колебания	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	1 1 2 1
2		по разделу 1.	Подготовка и выполнение контрольной работы	11
2	2.1	Вынужденные колебания системы с нелинейной восстанавливающей силой.	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	1 1 2 1
2	2.2	Автоколебательная система при периодическом внешнем воздействии. Явление захватывания.	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	1 1 2 1
2	2.3	Параметрические колебания. Параметрический резонанс.	1. Изучение теоретического и лекционного материала 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных домашних заданий 4. Подготовка к докладу	1 1 2 1
2		по разделу 2.	Подготовка и выполнение контрольной работы	11
2		По разделам 1-2	Подготовка к экзамену по разделам 1-2 Повторение теоретического материала Закрепление навыков решения задач	36 20 16
ИТОГО в семестре				92

3.2. График работы магистранта Семестр № 2

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Доклад	Д					+		+											+	+		
Письменный опрос	ПОп		+		+							+						+				
Индивидуальные домашние задания	ИДЗ								+												+	
Контрольная работа	КнР									+												+

Примечание. Недели 13–16 – учебная практика.

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебники, учебные пособия, ресурсы сети Интернет содержатся в разделе 5 данной рабочей программы.

3.3.1. Контрольные работы/ рефераты.

Контрольная работа № 1. Найти особые точки следующих систем дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{1.} \begin{cases} \dot{x} = 4x^2 - y^2, \\ \dot{y} = -4x + 2xy - 8. \end{cases} \quad \mathbf{2.} \begin{cases} \dot{x} = \ln(1 - y + y^2), \\ \dot{y} = 3 - \sqrt{x^2 + 8y}. \end{cases} \quad \mathbf{3.} \begin{cases} \dot{x} = -2(x - y)y, \\ \dot{y} = 2 + x - y^2. \end{cases} \quad \mathbf{4.} \begin{cases} \dot{x} = (y - 1)(3x + y - 5), \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 5. \end{cases} \quad \mathbf{5.} \begin{cases} \dot{x} = 2xy - 4y - 8, \\ \dot{y} = 4y^2 - x^2. \end{cases} \\
 \mathbf{6.} \begin{cases} \dot{x} = x^2 - y^2 - 1, \\ \dot{y} = 2y. \end{cases} \quad \mathbf{7.} \begin{cases} \dot{x} = x - y, \\ \dot{y} = x^2 - y^2 - 2. \end{cases} \quad \mathbf{8.} \begin{cases} \dot{x} = x + y + 1, \\ \dot{y} = y + \sqrt{1 + 2x^2}. \end{cases} \quad \mathbf{9.} \begin{cases} \dot{x} = x^2 - y, \\ \dot{y} = \ln(1 - x + x^2) - \ln 3. \end{cases} \quad \mathbf{10.} \begin{cases} \dot{x} = x^2 - y, \\ \dot{y} = x^2 - (y - 2)^2. \end{cases} \\
 \mathbf{11.} \begin{cases} \dot{x} = 1 - y + x(1 - y), \\ \dot{y} = xy - 4. \end{cases} \quad \mathbf{12.} \begin{cases} \dot{x} = y - x - 1, \\ \dot{y} = \ln(x^2 - y). \end{cases} \quad \mathbf{13.} \begin{cases} \dot{x} = -2x(1 + y), \\ \dot{y} = x^3 + y^3 - 8. \end{cases} \quad \mathbf{14.} \begin{cases} \dot{x} = 4x^2 - y^2, \\ \dot{y} = 2x(y - 2) - 8. \end{cases} \quad \mathbf{15.} \begin{cases} \dot{x} = 2xy, \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 4. \end{cases}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
16. & \begin{cases} \dot{x} = x^2 - y^2 + 12, \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 20. \end{cases} & 17. & \begin{cases} \dot{x} = y^2 - x^2, \\ \dot{y} = \ln \frac{1-x+x^2}{3}. \end{cases} & 18. & \begin{cases} \dot{x} = (y-1)(3x+y-5), \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 5. \end{cases} \\
19. & \begin{cases} \dot{x} = x(x^2 - 2) + y, \\ \dot{y} = x(3x^4 - 1) - 2y. \end{cases} & 20. & \begin{cases} \dot{x} = -10x^2 + y^2 - 9, \\ \dot{y} = e^{4x-x^2} - 1. \end{cases} & 21. & \begin{cases} \dot{x} = \ln(1 + 3x - x^2), \\ \dot{y} = x^2 + 3y^2 - 12. \end{cases} \\
22. & \begin{cases} \dot{x} = -x + y + 2x^3, \\ \dot{y} = -x - y. \end{cases} & 23. & \begin{cases} \dot{x} = y - x^3, \\ \dot{y} = x - y^3. \end{cases} & 24. & \begin{cases} \dot{x} = x + xy, \\ \dot{y} = -y + y^2 + xy - x^3. \end{cases} \\
25. & \begin{cases} \dot{x} = (2x - y)^2 - 9, \\ \dot{y} = (x - 2y)^2 - 9. \end{cases}
\end{aligned}$$

Контрольная работа №2. Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения следующих дифференциальных уравнений:

- 1.** $\ddot{x} + 3x = 2 \sin t + \mu x^2$ **2.** $\ddot{x} + 7x = 3 \cos t + \mu x^2$ **3.** $\ddot{x} + 5x = \cos 2t + \mu x^2$
4. $\ddot{x} + 2x = 5 \sin 2t + \mu x^2$ **5.** $\ddot{x} + 3x + x^3 = 2\mu \cos t$ **6.** $\ddot{x} + 5x = \sin t + \mu x^2$
7. $\ddot{x} + x^2 = 1 + \mu \sin t$ **8.** $\ddot{x} + x^2 - 4 = 2\mu \cos 2t$ **9.** $\ddot{x} + \sin x = \mu \sin 2t$
10. $\ddot{x} + \sin 2x = \mu \cos t$ **11.** $\ddot{x} + x - x^2 = 0$ **12.** $\ddot{x} + x + 2x^3 = 0$ **13.** $\ddot{x} + x - 4x^2 = 0$
14. $\ddot{x} + 2x - 3x^3 = 0$ **15.** $\ddot{x} + x^2 - 4 = 0$ **16.** $\ddot{x} + \sin x = 0$ **17.** $\ddot{x} + x - \sin x = 0$
18. $\ddot{x} + x = \mu(1 - x^2)\dot{x}$ **19.** $\ddot{x} + x = \mu(x^2 - 16)\dot{x}$ **20.** $\ddot{x} + x = \mu(8 - 5x^2)\dot{x}$
21. $\ddot{x} + x = \mu(2 - \dot{x}^2)x$ **22.** $\ddot{x} + x = \mu(2 - 3\dot{x}^2)x$ **23.** $\ddot{x} + x = \mu(\dot{x} + \dot{x}^3)$ **24.** $\ddot{x} + x^2 = 16 + 4\mu \cos 2t$
25. $\ddot{x} + 3x + x^3 = 2\mu \cos t$

Темы докладов

Раздел 1.

1. Индексы особых точек и замкнутых фазовых траекторий - индексы Пуанкаре.
2. Критерии отсутствия замкнутых фазовых траекторий.
3. Об отсутствии фазовых траекторий, уходящих в бесконечность.
4. Поведение траекторий на бесконечности.
5. Оценка местоположения предельных циклов.
6. Топографическая система Пуанкаре. Кривые контактов.
7. Устойчивость подвижной точки.
8. Диаграмма Ламерея и теорема Кёнигса.
9. Теорема Пуанкаре для автономных динамических систем.
10. Метод Пуанкаре. Примеры применения метода Пуанкаре.
11. Метод Ван-дер-Поля.
12. Маятник Фроуда. Мягкий режим возбуждения автоколебаний.
13. Маятник Фроуда. Жесткий режим возбуждения автоколебаний.
14. Сравнение методов Пуанкаре и Ван-дер-Поля.
15. Метод Каменкова.
16. Асимптотический метод Крылова и Боголюбова.
17. Теория бифуркаций и расчеты автоколебаний.
18. Опасные и безопасные границы области устойчивости.
19. Приближенный расчет автоколебаний.
20. Модель реактора с нелинейной зависимостью реактивности от мощности.
21. Метод гармонической линеаризации. Исходные положения метода.

22. Об устойчивости периодических решений.
23. Примеры расчета автоколебаний методом гармонической линейаризации.
24. Разрывные колебания. Определение разрывных колебаний. "Быстрые" и "медленные" движения.
25. Условия несущественности малого параметра.
26. Разрывные предельные циклы.

Раздел 2.

1. Уравнение Дуффинга.
2. Вынужденные колебания в линейной системе с одной степенью свободы.
3. Постановка задачи для анализа гармонических колебаний. Применение метода Ван-дер-Поля.
4. Вывод уравнения резонанса. Построение резонансных кривых.
5. Анализ устойчивости периодических режимов.
6. Явление скачка.
7. О методе Пуанкаре для неавтономных систем.
8. Нерезонансные вынужденные колебания.
9. Субгармонические колебания.
10. Действие двух гармонических сил. Комбинационные тона.
11. Автоколебательная система при периодическом внешнем воздействии. Явление захватывания. Постановка задачи. Построение "резонансных кривых".
12. Устойчивость гармонических колебаний.
13. Явление захватывания.
14. Анализ движений при больших значениях расстройки.
15. Параметрические колебания.
16. Параметрический резонанс. Системы второго порядка.
17. Параметрические колебания маятника при скачкообразном изменении его длины.
18. Обращенный маятник с вибрирующей точкой подвеса.
19. Опыты П.Л. Капицы и В.Н.Челомея.
20. Границы областей параметрического резонанса для уравнения Матьё.
21. Влияние нелинейностей на ограничение параметрических колебаний.
22. Параметрический резонанс в технике.
23. Об исследовании устойчивости периодических решений нелинейных автономных систем.
24. Обобщённые экономические системы типа «хищник-жертва»
25. Бифуркации в модели социально-политического управления.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ *(см. Фонд оценочных средств)*

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине. *Рейтинговая система не используется*

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1.Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используй ется	ме ст	Количество экземпляров
----------	---	-------------------	----------	---------------------------

		при изучени и раздело в		в библиоте ке	на кафед ре
1	2	3	4	5	6
1.	Гордин, В. А. Дифференциальные и разностные уравнения: какие явления они описывают и как их решать [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Гордин. – М. : Издательский дом Высшей школы экономики, 2016. – 536 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439955 (дата обращения: 19.06.2018).	1-2	2	ЭБС	
2.	Треногин, В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Треногин. – М. : Физматлит, 2009. – 312 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82614 (дата обращения: 19.06.2018).	1-2	2	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Испол зуется при изучен ии раздел ов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиот еке	на кафед ре
1	2	3	4	5	6
1.	Васильева, А. Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б. Васильева, Г. Н. Медведев, Н. А. Тихонов. – М. : Физматлит, 2005. – 214 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123 (дата обращения: 19.06.2018).	1-2	2	ЭБС	
2.	Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости [Текст] : учебное пособие / Б. П. Демидович. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2008. – 480 с.	1-2	2	3	
3.	Демидович, Б. П. Лекции по математической теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие. – СПб. : Лань, 2008. – 481 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=123 . (дата обращения: 19.06.2018).	1-2	2	ЭБС	
4.	Понтрягин, Л. С. Дифференциальные уравнения и их приложения [Текст] / Л. С. Понтрягин. - 2-е изд., стер. – Москва : УРСС, 2004. – 208 с.	1-2	2	5	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.06.2018).
2. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 19.06.2018).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины *

1. Allmath.ru [Электронный ресурс] : математический портал. – Режим доступа: <http://www.allmath.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
2. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] : Международный научно-образовательный сайт. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
3. EXponenta.ru [Электронный ресурс] : образовательный математический сайт. – Режим доступа: <http://old.exponenta.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
4. Московский Центр Непрерывного Математического Образования (МЦНМО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.mccme.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018)
5. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт / Рос. гос. б-ка. – Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 - . – Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> (дата обращения: 19.06.2018)
6. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С.А. Есенина. – Рязань, [1990 -]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций – видеопроектор, экран настенный. Компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерных классах установлены стандартные программные средства.

6.3. Требования к специализированному оборудованию: *отсутствуют.*

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проработка лекционного материала: обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, изучение и проработка алгоритмов решения задач, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач, выполнение домашних заданий
Письменный опрос	Подготовка к письменному опросу: работа с конспектом лекций, учебниками и пособиями из списка литературы, проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Индивидуальные задания	Для подготовки требуется: решение задач на практическом занятии, выполнение домашних заданий,
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решённые задачи

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине , включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Использование электронных изданий (ЭБС) при изучении теоретического материала и выполнении индивидуальных заданий.
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
1	Все разделы дисциплины, для которых проводятся практические занятия, семинары и лекции.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Windows7 Профессиональная Service Pack 1; (авторизационный номер лицензиата (код активации) 00371-704-8640901-06503) 2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.); 3. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО); 4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО); 5. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО); 6. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);

		<p>7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);</p> <p>8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);</p> <p>9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО)</p>
2	<p>Все разделы дисциплины, для которых проводится самостоятельная работа студента</p>	<p>1. Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);</p> <p>2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);</p> <p>3. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО);</p> <p>4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);</p> <p>5. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО);</p> <p>6. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);</p> <p>7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);</p> <p>8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);</p> <p>9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО);</p>

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости (2 семестр)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Качественный анализ математических моделей автономных экономических процессов	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-4	Экзамен
2.	Качественный анализ математических моделей неавтономных и параметрических экономических процессов		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОК- 1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	ЗНАТЬ	
		1) основные понятия качественного анализа,	ОК1 31
		2) методы математических рассуждений,	ОК1 32
		3) алгоритмы решения стандартных задач	ОК1 33
		УМЕТЬ	
		1) логически обосновывать свою точку зрения,	ОК1 У1
		2) доказывать математические утверждения,	ОК1 У1
		3) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи	ОК1 У1
		ВЛАДЕТЬ	
		1) навыками анализа и обобщения информации,	ОК1 В1
2) навыками проведения строгих математических рассуждений,	ОК1 В2		
3) навыками решения стандартных задач	ОК1 В3		
ОК- 2	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность	ЗНАТЬ	
		1) этические нормы профессиональной деятельности,	ОК2 31
		2) принципы математического исследования,	ОК2 32
		3) правила оформления ссылок на работы других авторов	ОК2 33
		УМЕТЬ	
1) общаться со специалистами из других	ОК2 У1		

	за принятые решения	областей, 2) использовать теорию для исследования проблем в областях математики	ОК2 У2
		3) формулировать и решать проблемы прикладного характера	ОК2 У3
		ВЛАДЕТЬ	
		1) навыками математического исследования,	ОК2 В1
		2) навыками работы со специализированной, в том числе правовой, литературой	ОК2 В2
		3) навыками решения задач качественного анализа	ОК2 В3
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	ЗНАТЬ	
		1. Методы освоения новой информации,	ОК3 31
		2. Методы математических рассуждений,	ОК3 32
		3. Алгоритмы решения стандартных задач	ОК3 33
		УМЕТЬ	
		1. Применять полученные знания к выбору метода решения поставленной задачи	ОК3 У1
		2. Подбирать специализированную литературу	ОК3 У2
		3. Логически грамотно обосновывать свою точку зрения	ОК3 У3
		ВЛАДЕТЬ	
		1. Навыками анализа и обобщения информации.	ОК3 В1
		2. Навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет	ОК3 В2
		3. Методами математического исследования	ОК3 В3
ОПК-1	способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	ЗНАТЬ	
		1) основные факты качественного анализа,	ОПК1 31
		2) методы решения задач качественного анализа,	ОПК1 32
		3) методы сбора и обработки информации	ОПК1 33
		УМЕТЬ	
		1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями,	ОПК1 У1
		2) применять имеющиеся знания к выбору метода решения поставленной задачи	ОПК1 У2
		3) математически грамотно систематизировать и обрабатывать экспериментальные данные,	ОПК1 У3
		4) формулировать цель и задачи исследования	ОПК1 У4
		ВЛАДЕТЬ	
		1) навыками поиска информации в периодических изданиях и сети Интернет,	ОПК1 В1
		2) навыками работы со специализированной литературой,	ОПК1 В2
3) навыками решения задач,	ОПК1 В3		
4) навыками проведения математических доказательств	ОПК1 В4		
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в	ЗНАТЬ	
		1) теоретические и методологические основы построения математических моделей,	ОПК2 31
		2) методы конструирования математических моделей,	ОПК2 32
		3) методы исследования математических моделей	ОПК2 33

	естественных наук	УМЕТЬ	
		1) строить аналогии между реальными процессами и математическими зависимостями,	ОПК2 У1
		2) применять имеющиеся знания к отбору значимых факторов,	ОПК2 У2
		3) привлекать знания естественных наук для построения моделей	ОПК2 У3
		ВЛАДЕТЬ	
		1) методами сбора и обработки информации,	ОПК2 В1
		2) навыками логического обоснования предположений математической модели,	ОПК2 В2
3) методами математического исследования	ОПК2 В3		
ОПК-5	Владение основами профессиональной этики и речевой культуры	ЗНАТЬ	
		1) класс проблем качественного анализа, для решения которых требуется создание научно-исследовательского коллектива,	ОПК5 З1
		2) способы постановки исследовательских задач в рамках выбранной проблемы,	ОПК5 З2
		3) принципы организации научно-исследовательской работы	ОПК5 З3
		УМЕТЬ	
		1) сформулировать коллективную проблему,	ОПК5 У1
		2) определить тему исследования каждого участника коллектива,	ОПК5 У2
		3) анализировать результаты исследования,	ОПК5 У3
		4) объективно рассматривать различные математически корректные методы решения одной задачи	ОПК5 У4
		ВЛАДЕТЬ	
		1) навыками в объективной оценке результатов исследования,	ОПК5 В1
		2) умениями руководить коллективом,	ОПК5 В1
		3) навыками толерантного восприятия социальных различий.	ОПК5 В1
ПК-1	Способность к интенсивной научно-исследовательской работе	ЗНАТЬ	
		1) определения основных понятий качественного анализа,	ПК1 З1
		2) формулировки и схемы доказательств фундаментальных теорем,	ПК1 З1
		3) класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории	ПК1 З1
		УМЕТЬ	
		1) сформулировать проблему, в рамках которой поставить задачу,	ПК1 У1
		2) определить метод решения поставленной задачи,	ПК1 У2
		3) проанализировать полученные результаты, указать область их применения,	ПК1 У3
		4) написать содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах	ПК1 У4
		ВЛАДЕТЬ	
		1) навыками работы со специализированной литературой	ПК1 В1
		2) методами применения качественного анализа к решению задач прикладного характера,	ПК1 В2
		3) навыками математического исследования	ПК1 В3
ПК-4	Способность к	ЗНАТЬ	

применению математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и практических задач	1) теорию качественного анализа,	ПК4 31
	2) принципы построения математических моделей,	ПК4 32
	3) класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами качественного анализа,	ПК4 33
	УМЕТЬ	
	1) анализировать поставленную задачу,	ПК4 У1
	2) определить главные факторы, влияющие на развитие процесса,	ПК4 У2
	3) использовать инструменты пакетов компьютерной математики для решения некоторых задач качественного анализа	ПК4 У3
	ВЛАДЕТЬ	
	1) навыками решения задач качественного анализа,	ПК4 В1
	2) навыками конструирования алгоритмов для решения поставленных задач	ПК4 В2
	3) навыками классификации задач качественного анализа	ПК4 В3

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)

№	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
	В каждом вопросе №№ 1-24 требуется изложить необходимую теорию, выполнить доказательство утверждений, привести примеры. В каждом вопросе №№ 25-50 требуется решить предложенную задачу и объяснить её решение, используя сведения из теории	
1	Сформулировать определение системы «хищник-жертва», найти её состояния равновесия, описать особенности. Привести обобщения системы и применение в экономике.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
2	Сформулировать определение системы Колмогорова, найти её состояния равновесия, описать особенности. Привести обобщения системы и применение в экономике.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
3	Сформулировать определения фазового пространства, фазовых траекторий. Перечислить типы траекторий. Сформулировать и доказать их свойства.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
4	Сформулировать определения индексы	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3

	особых точек и замкнутых фазовых траекторий - индексы Пуанкаре. Сформулировать и доказать их свойства	ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
5	Сформулировать определения состояний равновесия линейных систем с постоянными коэффициентами, распространить определения на случай нелинейных систем	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
6	Сформулировать и доказать критерии отсутствия замкнутых фазовых траекторий.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
7	Сформулировать и доказать критерии об отсутствии фазовых траекторий, уходящих в бесконечность.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
8	Сформулировать и доказать теоремы о поведении траекторий на бесконечности. Оценка местоположения предельных циклов.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
9	Определить понятие топографической системы Пуанкаре, кривые контактов. Понятие грубости динамической системы. Свойства грубых и негрубых систем	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
10	Сформулировать принципы метода точечных преобразований, доказать свойства функции последования. Диаграмма Ламерея и теорема Кёнигса.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
11	Сформулировать и доказать принципы метода Пуанкаре для автономных динамических систем. Привести примеры из экономики.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3

		ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
12	Сформулировать определение консервативной системы, её свойств (с доказательством). Привести примеры из экономики	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
13	Сформулировать определение диссипативной системы, её свойств (с доказательством). Привести примеры из экономики	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
14	Сформулировать определение автоколебательной системы, её свойств (с доказательством). Привести примеры из экономики	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
15	Сформулировать понятие бифуркации и бифуркационного параметра. Дать классификацию бифуркаций при изменении параметра. Привести примеры бифуркаций в экономических системах	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
16	Привести основные положения метода Ван-дер-Поля. Сформулировать и доказать условия для мягкого и жесткого режимов возбуждения автоколебаний.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
17	Выполнить сравнение методов Пуанкаре и Ван-дер-Поля.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
18	Привести основные положения метода Каменкова.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
19	Привести основные положения метода Крылова и Боголюбова.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3

		ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
20	Сформулировать и доказать основные принципы расчёта автоколебаний. Опасные и безопасные границы области устойчивости. Приближенный расчет автоколебаний.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
21	Привести основные положения метода гармонической линеаризации. Привести примеры	ОК2 31, У1, У2, В1, В2 ОПК1 31, 32, 33, У1, В1
22	Сформулировать определение разрывных колебаний, "Быстрые" и "медленные" движения. Сформулировать и доказать условия несущественности малого параметра. Разрывные предельные циклы.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
23	Рассмотреть вынужденные колебания в линейной системе с одной степенью свободы. Постановка задачи для анализа гармонических колебаний. Применение метода Ван-дер-Поля. Вывод уравнения резонанса. Построение резонансных кривых.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
24	Рассмотреть параметрические колебания. Параметрический резонанс. Системы второго порядка. Параметрические колебания маятника при скачкообразном изменении его длины. Обращенный маятник с вибрирующей точкой подвеса.	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
25	Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек. $\begin{cases} \dot{x} = 4x^2 - y^2, \\ \dot{y} = -4x + 2xy - 8. \end{cases}$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
26	Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек. $\begin{cases} \dot{x} = \ln(1 - y + y^2), \\ \dot{y} = 3 - \sqrt{x^2 + 8y}. \end{cases}$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
27	Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек. $\begin{cases} \dot{x} = -2(x - y)y, \\ \dot{y} = 2 + x - y^2. \end{cases}$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
28	Найти особые точки системы дифференциальных	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3

	<p>уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = (y-1)(3x+y-5), \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 5. \end{cases}$	<p>ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
29	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = 2xy - 4y - 8, \\ \dot{y} = 4y^2 - x^2. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
30	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = x^2 - y^2 - 1, \\ \dot{y} = 2y. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
31	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = x - y, \\ \dot{y} = x^2 - y^2 - 2. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
32	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = x + y + 1, \\ \dot{y} = y + \sqrt{1 + 2x^2}. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
33	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = x^2 - y, \\ \dot{y} = \ln(1 - x + x^2) - \ln 3. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
34	<p>Найти особые точки системы дифференциальных уравнений. Определить их тип. Схематично построить фазовый портрет в окрестности каждой из особых точек.</p> $\begin{cases} \dot{x} = x^2 - y, \\ \dot{y} = x^2 - (y-2)^2. \end{cases}$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3</p>
35	<p>Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения</p> $\ddot{x} + x + 2x^3 = 0$	<p>ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3</p>

	$\ddot{x} + x = \mu(2 - 3x^2)x$	ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
45	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + x^2 = 16 + 4\mu \cos 2t$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
46	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + \sin 2x = \mu \cos t$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
47	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + 2x = 5 \sin 2t + \mu x^2$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
48	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + 5x = \cos 2t + \mu x^2$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
49	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + 7x = 3 \cos t + \mu x^2$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3
50	Методом Пуанкаре найти приближённо периодические решения дифференциального уравнения $\ddot{x} + 3x = 2 \sin t + \mu x^2$	ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОК3 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4 ОПК2 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ОПК5 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Качественный анализ математических моделей экономических процессов» (Таблица 2.5. Карта компетенций рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает небольшие затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в изложении материала и при решении задач, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы