


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
«Математические методы исследования устойчивого развития
экономической системы»

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 учебной дисциплины «Математические методы исследования устойчивого развития экономической системы» являются:

- Формирование общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций, в соответствии и с требованиями ФГОС ВО.
- Овладение методикой исследования математических моделей, полученных при изучении экономических процессов.
- Формирование математической культуры студентов, фундаментальная подготовка учащихся по дисциплине «Математические методы исследования устойчивого развития экономической системы», овладение современным математическим аппаратом теории устойчивости для дальнейшего использования в других областях экономического и математического знания и будущей профессиональной деятельности.
- Формирование умения получать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек и реферативных журналов.
- Приобретение необходимых знаний и умений, которые потребуются магистрантам для выполнения научной работы.
- Обеспечение качественной подготовки квалифицированных конкурентоспособных специалистов по применению математических методов исследования экономических процессов, преподавателей высшей школы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры.

2.1. Дисциплина **Б.1.В.ОД.6** «Математические методы исследования устойчивого развития экономической системы» относится к вариативной части Блока 1 (обязательная дисциплина). Освоение этой дисциплины необходимо магистрам как будущим научным работникам и преподавателям высшей школы.

2.2. Для изучения учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины, входящими в программу подготовки магистра «Математика» (профиль «Математические методы в экономике»):

- Матричный анализ
- Математический анализ и его приложение к экономике

Также необходимы: навыки самостоятельного изучения доступной математической теории и анализа конкретных математических задач, навыки устного и письменного аргументированного изложения выводов, полученных в результате научных исследований.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых

необходимы знания, умения, 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).

Знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной, востребованы при изучении следующих параллельно изучаемых дисциплин:

- Математические основы исследования динамических процессов в экономике,
- Качественный анализ математических моделей экономических процессов,
- Вариационное исчисление и методы оптимизации.

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) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Номер / индекс компетенции | Содержание компетенции | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|-------|----------------------------|--|--|--|--|
| | | | Знать | Уметь | Владеть |
| 1. | ОК-1 | способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | 1) основные факты и утверждения математической теории устойчивости, 2) классификацию методов Ляпунова, 3) методы решения стандартных задач математической теории устойчивости | 1) классифицировать системы дифференциальных уравнений по критерию применимости конкретного метода Ляпунова и логически обосновывать свою точку зрения, 2) доказывать математические утверждения, 3) применять имеющиеся знания математической теории устойчивости к выбору метода решения поставленной задачи | 1) навыками анализа и классификации систем дифференциальных уравнений, 2) навыками проведения строгих математических рассуждений, 3) навыками решения стандартных задач математической теории устойчивости |
| 2. | ПК-4 | способность к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач | 1) необходимые сведения из математической теории устойчивости, 2) стандартные инструменты систем компьютерной математики для математической теории устойчивости, 3) стандартные методы решения теоретических и прикладных задач математической теории устойчивости | 1) ориентироваться классификации видов устойчивости, 2) применять имеющиеся знания математической теории устойчивости к выбору метода решения поставленной задачи, 3) использовать инструменты пакетов компьютерной математики для решения некоторых задач математической теории устойчивости | 1) навыками классификации систем дифференциальных уравнений, 2) методами построения алгоритма решения поставленной задачи, 3) навыками решения задач математической теории устойчивости |
| 3 | ПК-12 | способность к проведению методических и экспертных работ в области математики | 1) необходимые сведения из математической теории устойчивости, 2) классификацию типов устойчивости, 3) методы исследования, основанные на математической теории устойчивости | 1) подбирать специальную литературу, 2) корректно и логически обоснованно устно и письменно излагать свою точку зрения, 3) подбирать методы математической теории устойчивости к проведению методических и экспертных работ в области математики | 1) навыками освоения новой математической теории, 2) методами математической теории устойчивости, 3) навыками наглядного представления собственных результатов решения задач |

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

| | |
|------------------------|---|
| Цель дисциплины | <ul style="list-style-type: none"> – Формирование общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций, в соответствии и с требованиями ФГОС ВО. – Овладение методикой исследования математических моделей, полученных при изучении экономических процессов. – Формирование математической культуры студентов, фундаментальная подготовка учащихся по дисциплине «Математические методы исследования устойчивого развития экономической системы», овладение современным математическим аппаратом теории устойчивости для дальнейшего использования в других областях экономического и математического знания и будущей профессиональной деятельности. – Формирование умения получать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек и реферативных журналов. – Приобретение необходимых знаний и умений, которые потребуются магистрантам для выполнения научной работы. – Обеспечение качественной подготовки квалифицированных конкурентоспособных специалистов по применению математических методов исследования экономических процессов, преподавателей высшей школы. |
|------------------------|---|

В процессе освоения данной дисциплины студент 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 факты и утверждения математической теории устойчивости, 2) классификацию методов Ляпунова, 3) методы решения стандартных задач математической теории устойчивости <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) классифицировать системы дифференциальных уравнений по критерию применимости конкретного метода Ляпунова и логически обосновывать свою точку зрения, 2) доказывать математические утверждения, 3) применять имеющиеся знания математической теории устойчивости к выбору метода решения поставленной задачи <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) навыками анализа и классификации систем дифференциальных уравнений, 2) навыками проведения строгих математических рассуждений, 3) навыками решения стандартных задач математической теории устойчивости | Лекции, изучение теоретического материала, работа на практических занятиях, самостоятельная работа | Письменный опрос, индивидуальные задания, зачёт | <p>Пороговый Способен применить знания, умения и владения к решению чётко сформулированной задачи</p> <p>Повышенный Способен применить знания, умения и владения для самостоятельного поиска, формулировки и решения проблемы</p> |

Профессиональные компетенции:

| КОМПЕТЕНЦИИ | | Перечень компонентов | Технологии формирования | Форма оценочного средства | Уровни освоения компетенций |
|-------------|--------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ИНДЕКС | ФОРМУЛИРОВКА | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-------|---|--|---|--|---|
| ПК-4 | <p>способность к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p> | <p>Знать: 1) необходимую математическую теорию, 2) методы математических рассуждений, 3) методы конструирования математических моделей</p> <p>Уметь: 1) интерпретировать математические заключения в прикладном аспекте, 2) интерпретировать результаты моделирования, 3) подбирать специализированную литературу</p> <p>Владеть: 1) навыками проведения строгих математических рассуждений, 2) навыками математического моделирования, 3) навыками освоения новой математической теории</p> | <p>Изучение теоретического материала, работа на практических занятиях, самостоятельная работа</p> | <p>Письменный опрос, индивидуальные задания, зачёт</p> | <p>Пороговый Способен применить знания, умения и владения к решению чётко сформулированной задачи</p> <p>Повышенный Способен применить знания, умения и владения к решению задач математической теории устойчивости, самостоятельно выбрать программный комплекс для решения поставленной задачи, скомбинировать несколько программных комплексов для достижения наилучшего результата.</p> |
| ПК-12 | <p>способность к проведению методических и экспертных работ в области математики</p> | <p>Знать: 1) необходимую математическую теорию, 2) классификацию математических моделей, 3) методы исследования математических моделей</p> <p>Уметь: 1) подбирать специальную литературу, 2) корректно и логически обоснованно устно и письменно излагать свою точку зрения, 3) подбирать методы компьютерного и эконометрического моделирования к проведению методических и экспертных работ в области математики</p> <p>Владеть: 1) навыками освоения новой математической теории, 2) методами компьютерного и эконометрического моделирования, 3) навыками проведения доказательств</p> | <p>Изучение теоретического материала, решение задач, самостоятельная работа</p> | <p>Письменный опрос, индивидуальные задания, зачёт</p> | <p>Пороговый Способен применить знания, умения и владения для проведения методических и экспертных работ в условиях хорошо сформулированного задания.</p> <p>Повышенный Способен применить знания, умения и владения для проведения методических и экспертных работ в условиях нечёткого задания или самостоятельного выбора проблемы</p> |

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестр № 2 (часов) |
|---|---------------|-----------------|---------------------|
| 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | | 34 | 34 |
| В том числе: | | | |
| Лекции (Л) | | 16 | 16 |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С) | | 18 | 18 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | - | - |
| 2. Самостоятельная работа студента (всего) | | 38 | 38 |
| В том числе: | | | |
| <i>СРС в семестре:</i> | | 38 | 38 |
| Курсовая работа | КП | - | - |
| | КР | | |
| Изучение теоретического и лекционного материала | | 6 | 6 |
| Подготовка к письменному опросу | | 6 | 6 |
| Выполнение домашних работ | | 6 | 6 |
| Решение индивидуальных заданий | | 12 | 12 |
| Подготовка к зачету | | 8 | 8 |
| <i>СРС в период сессии:</i> | | - | - |
| Вид промежуточной аттестации | зачет (З) | зачет | зачет |
| | Экзамен (Э) | - | - |
| ИТОГО: Общая трудоемкость | часов | 72 часа | 72 |
| | зач.ед | 2 зач.ед | 2 |

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

| № семестра | № Раздела | Наименование раздела учебной дисциплины | Содержание раздела в дидактических единицах |
|------------|-----------|---|--|
| 2 | 1 | Устойчивость по Ляпунову: общие положения | Некоторые положения функционального анализа. Определение устойчивости движения: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, неустойчивость. Устойчивое развитие в макроэкономике |
| | 2 | Общие теоремы об устойчивости линейных систем. | Устойчивость линейных однородных систем. Устойчивость линейных систем с постоянными коэффициентами. Примеры из экономики. |
| | 3. | Первый метод Ляпунова решения задачи устойчивости | Характеристические показатели функций. Спектр линейной однородной системы. Достаточное условие асимптотической устойчивости линейной дифференциальной системы. Примеры из экономики. |
| | 4 | Второй метод Ляпунова | Знакоопределённые, знакопостоянные и знакопеременные функции. Теоремы второго метода для неустановившихся движений. Теоремы Ляпунова об устойчивости для неустановившихся движений; теоремы Ляпунова о неустойчивости для неустановившихся движений; теорема |

| | | |
|---|--|---|
| | | Четаева. Построение функций Ляпунова для линейных динамических систем. Примеры из экономики. |
| 5 | Исследование критических случаев для установившихся движений | Случай одного нулевого корня характеристического уравнения; исследование задачи для системы $(n+1)$ -го порядка; случай пары чисто мнимых корней; системы второго порядка. Исследование устойчивости решений моделей экономических систем типа «хищник-жертва». Примеры из экономики. |
| 6 | Другие типы устойчивости | Устойчивость по Пуассону. Устойчивость по части переменных. Устойчивость по параметру. Примеры из экономики. |

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 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | 1 | Устойчивость по Ляпунову: общие положения | 2 | - | 2 | 5 | 9 | 1, 3, 5 неделя – письменный опрос, 8 неделя – индивидуальное задание |
| | 2 | Общие теоремы об устойчивости линейных систем. | 2 | - | 2 | 5 | 9 | |
| | 3 | Первый метод Ляпунова решения задачи устойчивости | 4 | - | 4 | 5 | 13 | |
| | 4 | Второй метод Ляпунова | 4 | - | 4 | 5 | 13 | 9, 17 неделя – письменный опрос, 20 неделя – индивидуальное задание |
| | 5 | Исследование критических случаев для установившихся движений | 2 | - | 4 | 5 | 11 | |
| | 6 | Другие типы устойчивости | 2 | | 2 | 5 | 9 | |
| | | | По разделам 1-6 | | | | 8 | 8 |
| | | ИТОГО за семестр | 16 | - | 18 | 38 | 72 | |
| | | ИТОГО | 16 | - | 18 | 38 | 72 | |

Примечание. Недели 13–16 – учебная практика.

2.3. Лабораторный практикум не предусмотрен.

2.4. Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины | Виды СРС | Всего часов |
|--------------|-----------|--|---|------------------|
| 2 | 1 | Устойчивость по Ляпунову: общие положения | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | 2 | Общие теоремы об устойчивости линейных систем. | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | 3 | Первый метод Ляпунова решения задачи устойчивости | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | 4 | Второй метод Ляпунова | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | 5 | Исследование критических случаев для установившихся движений | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | 6. | Другие типы устойчивости | 1. Изучение теоретического и лекционного материала. 2. Подготовка к письменному опросу 3. Выполнение домашних работ 4. Решение индивидуальных заданий. | 1 1 1 2 |
| | | Разделы 1-6 | Подготовка к зачету | 8 |
| | | Итого, 2 семестр | | 38 |
| ИТОГО | | | | 38 |

3.2. График работы студента

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 | |
| Письменный опрос | ПОп | + | | + | | + | | | | + | | | | | | | | + | | | | | |
| Индивидуальные задания | ИЗ | | | | | | | | + | | | | + | | | | | | | | | + | |
| Зачёт | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + |

Примечание. Недели 13–16 – учебная практика.

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

1. Учебники, учебные пособия и ресурсы сети Интернет (см. раздел 5).

3.3.1. Контрольные работы *не предусмотрены.*

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

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной 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 | Используется при изучении раздела в | Семестр | Количество экземпляров | |
|----------|--|-------------------------------------|----------|------------------------|------------|
| | | | | в библиотеке | на кафедре |
| 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). | 1-6 | 2 | ЭБС | |
| 2. | Коврижных, А. Ю. Дифференциальные и разностные уравнения [Электронный ресурс] / А. Ю. Коврижных, О. О. Коврижных. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 150 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742 (дата обращения: 19.06.2018). | 1-6 | 2 | ЭБС | |

5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год | Используется при изучении раздела в | Семестр | Количество экземпляров | |
|----------|--|-------------------------------------|----------|------------------------|------------|
| | | | | в библиотеке | на кафедре |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Асташова, И. В. Практикум по курсу «Дифференциальные уравнения» [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Асташова, В. А. Никишкин. – М. : Евразийский открытый институт, 2011. – 96 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90289 (дата обращения: 19.06.2018). | 1-4 | 2 | ЭБС | |

| | | | | | |
|----|---|-----|---|-----|--|
| 2. | 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). | 1-6 | 2 | ЭБС | |
| 3. | Демидович, Б. П. Лекции по математической теории устойчивости [Текст] : учебное пособие / Б. П. Демидович. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 480 с. | 1-6 | 2 | 3 | |
| 4. | Минюк, С. А. Дифференциальные уравнения и экономические модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. А. Минюк, Н. С. Берёзкина. – Минск : Вышэйшая школа, 2007. – 143 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234969 (дата обращения: 19.06.2018). | 1-6 | 2 | ЭБС | |
| 5. | Медведев, К. В. Дифференциальные уравнения / К. В. Медведев, В. А. Шалдырван. – М. : Вузовская книга, 2008. – 356 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129685 (дата обращения: 19.06.2018) | 1 | 2 | ЭБС | |
| 6. | Матросов, В. Л. Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными [Электронный ресурс] : учебник / В. Л. Матросов, Р. М. Асланов, М. В. Топунов. – М. : Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2011. – 376 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116579 (дата обращения: 19.06.2018). | 1-6 | 2 | ЭБС | |
| 7. | 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). | 1-6 | 2 | ЭБС | |
| 8. | Рябушко, А. П. Индивидуальные задания по высшей математике в 4 частях Элементы теории устойчивости. Теория вероятностей. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. П. Рябушко. – 4-е изд. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – Ч. 4. Операционное исчисление. – 336 с. – Режим доступа: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235664 (дата обращения: 19.06.2018). | 1-4 | 2 | ЭБС | |
| 9. | Шестаков, А. А. Обобщенный прямой метод Ляпунова для систем с распределенными параметрами [Текст] / А. А. Шестаков. – 2-е изд., доп. – М. : КомКнига, 2007. – 320 с. (и предыдущие годы). | 4 | 2 | 3 | |

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

1. 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. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
5. Московский Центр Непрерывного Математического Образования (МЦНМО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.mccme.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
6. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 19.06.2018).
7. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 19.06.2018).
8. 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).
9. 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 учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий, мультимедийный видеопроектор, экран, ноутбук, лазерная указка, компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, компьютерный класс.

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 | <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>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.</p> <p>Уделить внимание следующим понятиям: динамическая макроэкономическая модель, устойчивость и асимптотическая устойчивость, критерий Гурвица, система линейного приближения, знакопеременная, знакопостоянная и знакоопределённая форма.</p> |
| Практические занятия | Работа с конспектом лекций, изучение и проработка алгоритмов решения задач, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач, выполнение домашних заданий |
| Решение задач / Индивидуальные задания | самостоятельное проведение всех этапов построения экономико-математической модели, её исследования на устойчивость изученными методами, написание отчёта с подробными пояснениями своих действий. |
| 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. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, алгоритмы решения задач |

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); 7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО); 8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО); 9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО) |
| 2 | Все разделы дисциплины, для которых проводится самостоятельная работа студента | <ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.); 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); 7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО); 8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО); 9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО); |

Приложение 1

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. | Устойчивость по Ляпунову: общие положения | ОК-1, ПК-4, ПК-12 | Зачёт |
| 2. | Общие теоремы об устойчивости линейных систем. | | |
| 3. | Первый метод Ляпунова решения задачи устойчивости | | |
| 4. | Второй метод Ляпунова | | |
| 5. | Исследование критических случаев для установившихся движений | | |
| 6. | Другие типы устойчивости | | |

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 факты и утверждения математической теории устойчивости, | ОК1 31 |
| | | 2) классификацию методов Ляпунова, | ОК1 32 |
| | | 3) методы решения стандартных задач математической теории устойчивости | ОК1 33 |
| | | уметь | |
| | | 1) классифицировать системы дифференциальных уравнений по критерию применимости конкретного метода Ляпунова и логически обосновывать свою точку зрения, | ОК1 У1 |
| | | 2) доказывать математические утверждения, | ОК1 У2 |
| | | 3) применять имеющиеся знания математической теории устойчивости к выбору метода решения поставленной задачи | ОК1 У3 |
| | | владеть | |
| | | 1) навыками анализа и классификации систем дифференциальных уравнений, | ОК1 В1 |
| | | 2) навыками проведения строгих математических рассуждений, | ОК1 В2 |
| | | 3) навыками решения стандартных задач математической теории устойчивости | ОК1 В3 |
| ПК-4 | Способность к применению математического и | знать | |
| | | 1) необходимые сведения из | ПК4 31 |

| | | | | | |
|--|---|--|---|--|---------|
| | алгоритмического моделирования при решении теоретических и практических задач | математической теории устойчивости, | | | |
| | | 2) стандартные инструменты систем компьютерной математики для математической теории устойчивости, | ПК4 32 | | |
| | | 3) стандартные методы решения теоретических и прикладных задач математической теории устойчивости | ПК4 33 | | |
| | | УМЕТЬ | | | |
| | | 1) ориентироваться классификации видов устойчивости, | ПК4 У1 | | |
| | | 2) применять имеющиеся знания математической теории устойчивости к выбору метода решения поставленной задачи, | ПК4 У2 | | |
| | | 3) использовать инструменты пакетов компьютерной математики для решения некоторых задач математической теории устойчивости | ПК4 У3 | | |
| | | ВЛАДЕТЬ | | | |
| | | 1) навыками классификации систем дифференциальных уравнений, | ПК4 В1 | | |
| | | 2) методами построения алгоритма решения поставленной задачи, | ПК4 В2 | | |
| | | 3) навыками решения задач математической теории устойчивости | ПК4 В3 | | |
| | | ПК-12 | Способность к проведению методических и экспертных в области математики | ЗНАТЬ | |
| | | | | 1) необходимые сведения из математической теории устойчивости, | ПК12 31 |
| 2) классификацию типов устойчивости, | ПК12 32 | | | | |
| 3) методы исследования, основанные на математической теории устойчивости | ПК12 33 | | | | |
| УМЕТЬ | | | | | |
| 1) подбирать специальную литературу, | ПК12 У1 | | | | |
| 2) корректно и логически обоснованно устно и письменно излагать свою точку зрения, | ПК12 У2 | | | | |
| 3) подбирать методы математической теории устойчивости к проведению методических и экспертных работ в области математики | ПК12 У3 | | | | |
| ВЛАДЕТЬ | | | | | |
| 1) навыками освоения новой математической теории, | ПК12 В1 | | | | |
| 2) методами математической теории устойчивости, | ПК12 В2 | | | | |
| 3) навыками наглядного представления собственных результатов решения задач | ПК12 В3 | | | | |

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)**

| № | Содержание оценочного средства | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|--|--|---|
| Вопросы к зачету по разделам 1-6: | | |
| 1. | З. Сформулировать определения метрического и нормированного пространств в R^n и их свойства. У. В. Привести примеры. Доказать свойства сходящихся последовательностей. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 2. | З. Сформулировать определения открытого и замкнутого множеств в R^n и их свойства. У. В. Привести примеры. Доказать свойства открытых и замкнутых множеств | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 3. | З. У. Сформулировать и доказать свойства непрерывных функций на компактах. В. С помощью изложенной теории проверить свойства предложенной функции на компактном множестве. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 4. | З. Сформулировать определения устойчивости движения: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, неустойчивость. У. Привести примеры из экономики. В. С помощью определения исследовать предложенное дифференциальное уравнение на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 5. | З. У. Сформулировать и доказать общие теоремы об устойчивости линейных систем. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 6. | З. У. Сформулировать и доказать признаки устойчивости линейных однородных систем. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 7. | З. У. Сформулировать и доказать признаки устойчивости линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 8. | З. Сформулировать определение матрицы Гурвица, полинома Гурвица, теоремы Рауса – Гурвица и Лъенара – Шипара У. Доказать теорему Рауса – Гурвица. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 9. | З. У. Сформулировать определение характеристических показателей функций и доказать их свойства. В. С помощью изложенной теории найти | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |

| | | |
|-----|--|---|
| | характеристические показатели предложенной функции. | |
| 10. | З. У. Сформулировать определение характеристических показателей функциональных матриц и доказать их свойства. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 11. | З. У. Сформулировать определение спектра линейной однородной системы, доказать его свойства и связь с устойчивостью. В. С помощью изложенной теории найти спектр предложенной системы дифференциальных уравнений | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 12. | З. У. Сформулировать и доказать достаточное условие асимптотической устойчивости линейной дифференциальной системы В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 13. | З. У. Сформулировать определения знакоопределённых и знакопостоянных функций, доказать их свойства. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную функцию на занкоопределённость | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 14. | З. У. Сформулировать определение знакопеременной функции, доказать ее свойства. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную функцию на занкоопределённость | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 15. | З. У. Сформулировать и доказать теорему Ляпунова об устойчивости для неустановившихся движений. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 16. | З. У. Сформулировать и доказать теорему Ляпунова об асимптотической устойчивости для неустановившихся движений В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 17. | З. У. Сформулировать и доказать теоремы Ляпунова о неустойчивости для неустановившимся движениям. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 18. | З. У. Сформулировать и доказать теорему Четаева. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 19. | З. У. Сформулировать алгоритм построения функций Ляпунова для линейных динамических систем В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |

| | | |
|-----|--|---|
| 20. | З. У. Сформулировать и доказать теоремы об устойчивости системы нелинейных дифференциальных уравнений по первому приближению. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 21. | З. У. Сформулировать определение устойчивости по Пуассону, доказать признаки устойчивости В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 23. | З. У. Сформулировать определение устойчивости по части переменных, доказать признаки В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 24. | З. У. Сформулировать определение устойчивости по параметру, доказать признаки В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную систему дифференциальных уравнений на устойчивость по Ляпунову. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |
| 25 | З. У. Сформулировать определение устойчивого развития экономической системы. Привести примеры различных моделей экономических систем, охарактеризовать их с точки зрения теории устойчивости. В. С помощью изложенной теории исследовать предложенную экономическую модель на устойчивость. | ОК1 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК4 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 ПК12 31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3 |

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Математические методы устойчивого развития экономической системы» (Таблица 2.5. Карта компетенций рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – 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.

– 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.

«Зачтено» - 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 затруднения при выполнении практических работ.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.