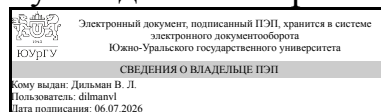


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



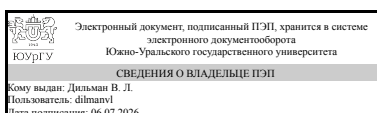
В. Л. Дильман

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.06 Непрерывные модели  
для направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания математики

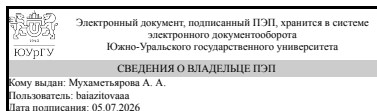
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 13

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



В. Л. Дильман

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



А. А. Мухаметьярова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины "Непрерывные модели" является формирование системы знаний, умений и навыков построения и анализа непрерывных математических моделей. Задачи курса: изучения метода математического моделирования как средства исследования явлений и процессов природы и общества, построение непрерывных математических моделей на основе классических законов физики, биологии, социологии и др.; исследование их математическими методами; классификация математических моделей; анализ точности построенных моделей; обучение методам выбора оптимального набора характеристик изучаемых процессов и использования физических законов для формализации взаимосвязей этих характеристик. .

## Краткое содержание дисциплины

Сущность математического моделирования. Общие принципы построения математических моделей. Особенности исследования непрерывных математических моделей. Фундаментальные законы природы и вариационные принципы построения математических моделей. Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы, уравнения в частных производных как математические модели натуральных и социальных процессов. Линейные и нелинейные математические модели. Уточнение моделей. Некорректные математические модели, проверка корректности моделей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности | Знает: методологию разработки непрерывных математических моделей для решения научных и практических задач.<br>Умеет: разрабатывать математические модели решаемых задач и проводить анализ их точности.<br>Имеет практический опыт: математического моделирования при решении прикладных задач. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана           | Перечень последующих дисциплин, видов работ                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр) | Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                              | Требования                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр) | Знает: основные цели, задачи и методы математического моделирования., основные источники научной информации. Умеет: |

|  |                                                                                                                                                                                                                |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемы на основе доступных источников информации. Имеет практический опыт: построения и анализа математических моделей при решении профессиональных задач. |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 67,5        | 67,5                               |
| Подготовка к контрольной работе                                            | 8           | 8                                  |
| Подготовка к зачету.                                                       | 11,5        | 11,5                               |
| Подготовка к практическим занятиям.                                        | 16          | 16                                 |
| Подготовка доклада.                                                        | 22          | 22                                 |
| Подготовка презентации доклада.                                            | 10          | 10                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                 | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в математическое моделирование непрерывных процессов    | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 2         | Методы и средства построения непрерывных математических моделей. | 18                                        | 8 | 10 | 0  |
| 3         | Особенности построения и исследования математических моделей.    | 8                                         | 4 | 4  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                    | Кол-во часов |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Основные понятия и общие принципы математического моделирования.           | 2            |
| 2        | 1         | Чистая и прикладная математика. Особенности методов прикладной математики. | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 3 | 2 | Фундаментальные законы природы как средство построения математических моделей. Закон сохранения энергии. Экспериментальное вычисление скорости пули. Закон сохранения массы. Распад радиоактивного вещества.                                                         | 2 |
| 4 | 2 | Фундаментальные законы природы как средство построения математических моделей. Закон сохранения количества движения. Принцип реактивного движения. Законы Ньютона и Гука. Движение шарика, соединенного с пружиной.                                                  | 2 |
| 5 | 2 | Применение аналогий при построении математических моделей. Вытекание жидкости из сосуда с малым отверстием. Модель Мальтуса. Вариационные принципы в построении математических моделей. Принцип преломления света Ферма. Траектория луча света.                      | 2 |
| 6 | 2 | Уравнения в частных производных в математических моделях. Волновое уравнение. Колебания упругих тел. Математические модели процессов теплопереноса. Уравнение теплопроводности.                                                                                      | 2 |
| 7 | 3 | Нелинейные математические модели. Уточнение математических моделей. Популяционные модели. Уточнение теории Мальтуса. Утонение модели вытекания жидкости из сосуда.                                                                                                   | 2 |
| 8 | 3 | Некорректные математические модели. Проверка корректности математической модели использованием различных законов природы. Закон сохранения импульса. Экспериментальное вычисление скорости пули. Закон сохранения энергии. Движение шарика, соединенного с пружиной. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                            | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Уравнения и системы уравнений как математические модели. Простейшие уравнения: рекуррентные соотношения; чисто функциональные уравнения; дифференциальные уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными. | 2            |
| 2         | 2         | Примеры математического моделирования, приводящие к начальным задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение прямых и обратных задач математического моделирования.                              | 2            |
| 3         | 2         | Продолжение. Примеры математического моделирования, приводящие к начальным задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение прямых и обратных задач математического моделирования.                 | 2            |
| 4         | 2         | КР                                                                                                                                                                                                             | 2            |
| 5         | 2         | Доклады студентов.                                                                                                                                                                                             | 2            |
| 6         | 2         | Доклады студентов.                                                                                                                                                                                             | 2            |
| 7         | 3         | Доклады студентов.                                                                                                                                                                                             | 2            |
| 8         | 3         | Зачетная работа.                                                                                                                                                                                               | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС |                                                                            |         |              |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС     | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |

|                                     |                                                         |   |      |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|---|------|
| Подготовка к контрольной работе     | УММ в ЭВ 1.гл. 2,3. МП для СРС. 1. Гл. 2,3. 2. С. 3-45. | 3 | 8    |
| Подготовка к зачету.                | УММ в ЭВ 1.гл. 2-6. МП для СРС. 1. Гл. 1-6. 2. С. 3-45. | 3 | 11,5 |
| Подготовка к практическим занятиям. | УММ в ЭВ 1.гл. 2-6. МП для СРС. 1. Гл. 1-6. 2. С. 3-45. | 3 | 16   |
| Подготовка доклада.                 | УММ в ЭВ 1.гл. 2. МП для СРС. 1. Гл. 1-6. 2. С. 3-45.   | 3 | 22   |
| Подготовка презентации доклада.     | УММ в ЭВ 1.гл. 2. МП для СРС. 1. Гл. 1-6. 2. С. 3-45.   | 3 | 10   |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес  | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 3        | Текущий контроль | КР                                | 0,36 | 36         | КР контрольная работа "Обыкновенные дифференциальные уравнения как математические модели" проводится на практическом занятии в течение 2-х часов и содержит 3 задания. Каждое оценивается в 12 баллов: 5 баллов за правильное построение математической модели в виде начальной (граничной) задачи для дифференциального уравнения; 5 баллов за правильное решение уравнения; 2 балла за правильное нахождение параметров, входящих в решение. Максимальный балл за всю работу 36.                                                     | экзамен          |
| 2    | 3        | Текущий контроль | Текст доклада                     | 0,3  | 30         | Текст доклада на тему "Непрерывная математическая модель явления или процесса" объемом не менее 0,3 печатных листа готовится студентом 12-й неделе и направляется преподавателю на проверку. Он должен содержать: 1) описание изучаемого процесса или явления, физических законов и особенностей, связанных с данным процессом (из 7 баллов); 2) математическую модель, построенную на основе этих законов и свойств (из 7 баллов); 3) исследование модели в виде решения уравнения и нахождения параметров, входящих в решение (из 10 | экзамен          |

|   |   |                          |                        |      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|---|---|--------------------------|------------------------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                        |      |    | баллов); анализ свойств модели на основе полученных результатов (из 6 баллов). Максимальная оценка 30 баллов. Тему студент может выбрать самостоятельно или воспользоваться указанной преподавателем литературой.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 3 | 3 | Текущий контроль         | Презентация доклада.   | 0,24 | 24 | Студент готовит презентацию доклада и делает на практическом занятии доклад на 10-15 мин. Затем отвечает на вопросы преподавателя и студентов. Оценка складывается из оценки за презентацию (из 12 баллов), изложения доклада (из 6 баллов) и ответов на вопросы (из 6 баллов). Максимальная оценка 24 балла. Презентация должна содержать основные положения доклада: 1) описание изучаемого процесса или явления, физических законов и особенностей, связанных с данным процессом (из 3 баллов); 2) математическую модель, построенную на основе этих законов и свойств (из 3 баллов); 3) исследование модели в виде решения уравнения и нахождения параметров, входящих в решение (из 3 баллов); анализ свойств модели на основе полученных результатов (из 3 баллов). | экзамен |
| 4 | 3 | Промежуточная аттестация | Экзаменационная работа | -    | 40 | На экзамене студент решает задачу (из 20 баллов) и отвечает на 2 теоретических вопроса (каждый из 10 баллов). Работа длится 2 академических часа. Полученные баллы суммируются с баллами за работу в семестре, взятыми с коэффициентом 0,6. Если студент набирает от 85 и более баллов, получает оценку "отлично", от 75 баллов до 84 баллов - оценку "хорошо", от 60 баллов до 74 баллов - оценку "удовлетворительно", если набирает меньше 60 баллов, получает оценку "неудовлетворительно".                                                                                                                                                                                                                                                                            | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Если студент набирает от 85 и более баллов, получает оценку "отлично", от 75 баллов до 84 баллов - оценку "хорошо", от 60 баллов до 74 баллов - оценку "удовлетворительно", если набирает меньше 60 баллов, получает оценку "неудовлетворительно". В случае, если студент не набирает 60 | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>баллов по БРС из 100 или не согласен с оценкой, полученной в течение семестра, он выполняет экзаменационную работу, где решает задачу (из 20 баллов) и отвечает на 2 теоретических вопроса (каждый из 10 баллов). Работа длится 2 часа.</p> <p>Полученные баллы суммируются с баллами за работу в семестре, взятыми с коэффициентом 0,6. Если студент набирает от 85 и более баллов, получает оценку "отлично", от 75 баллов до 84 баллов - оценку "хорошо", от 60 баллов до 74 баллов - оценку "удовлетворительно", если набирает меньше 60 баллов, получает оценку "неудовлетворительно". Оценка задачи: 8 баллов за правильное построение математической модели в виде начальной (граничной) задачи для дифференциального уравнения; 9 баллов за правильное решение уравнения; 3 балла за правильное нахождение параметров, входящих в решение.</p> |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                        | №<br>КМ |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|             |                                                                                                            | 1       | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-3       | Знает: методологию разработки непрерывных математических моделей для решения научных и практических задач. | +       | + | + | + |
| ОПК-3       | Умеет: разрабатывать математические модели решаемых задач и проводить анализ их точности.                  | +       | + | + | + |
| ОПК-3       | Имеет практический опыт: математического моделирования при решении прикладных задач.                       |         | + |   |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Панюков А. В. Математическое моделирование экономических процессов : учеб. пособие для экон. и матем. специальностей вузов / А. В. Панюков ; ЮУрГУ. - М. : URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 191 с.
2. Мак-Лоун Р. Р. Математическое моделирование / Пер. с англ. под ред. Ю. П. Гупало. - М. : Мир, 1979. - 277 с. : ил.
3. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике : Учеб. для втузов / В. С. Зарубин; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М. : Издательство МГТУ, 2001. - 495 с. : ил.
4. Математическое моделирование : ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние мат. наук, Ин-т мат. моделирования РАН. - М. : Наука, 1989-. -. URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus)

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей [Текст] А. Д. Мышкис. - 3-е изд., испр. - М.: УРСС: КомКнига, 2007. - 191 с. ил.
2. Дильман В.Л. Непрерывные модели. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2020. 45 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей [Текст] А. Д. Мышкис. - 3-е изд., испр. - М.: УРСС: КомКнига, 2007. - 191 с. ил.
2. Дильман В.Л. Непрерывные модели. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2020. 45 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ                | Дильман В.Л. Непрерывные модели. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2020. 45 с.<br><a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000569275">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000569275</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
2. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 707 (1) | Компьютеры, проектор, доска                                                                                                                      |