

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета факультета математики,  
 информационных и авиационных технологий  
 от «13» 09 2016 г., протокол № 616  
 Председатель А.С. Андреев  
*(подпись, расшифровка подписи)*



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Дисциплина:           | Теория колебаний   |
| Наименование кафедры: | Математического моделирования технических систем (ММТС)<br><i>аббревиатура</i> |

Направление подготовки: 27.06.01 – Управление в технических системах  
*(код направления подготовки, полное наименование)*

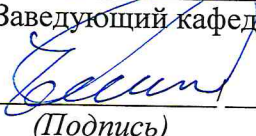
Профиль (направленность): Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)  
*(код профиля (направленности), полное наименование)*


Дата введения в учебный процесс УлГУ: «15» 09 2016 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 416 от 09.06.2017 г.  
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20\_\_ г.  
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

| ФИО                        | Аббревиатура кафедры | Ученая степень, звание |
|----------------------------|----------------------|------------------------|
| Леонтьев Виктор Леонтьевич | ММТС                 | Д.ф.-м.н., профессор   |
|                            |                      |                        |
|                            |                      |                        |

|  |                  |  |
|--|------------------|--|
| <b>СОГЛАСОВАНО</b>   |                  |  |
| Заведующий кафедрой  |                  |  |
|  | Ю.В. Полянский / |  |
| <i>(Подпись)</i>   | <i>(ФИО)</i>     |  |
| « 07 » 09 2016 г.  |                  |  |

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |  |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория колебаний» имеет своей целью освоение аспирантом знаний и умений, необходимых для самостоятельного выполнения научных исследований, и для организации деятельности научных коллективов и для проведения государственного (кандидатского) экзамена по специальной дисциплине.

Задачей дисциплины является изучение математических моделей механических систем и методов исследования их динамики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Рабочая программа по курсу «Теория колебаний» составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами ВО (уровень – подготовка кадров высшей квалификации) по соответствующему направлению ФГОС.

Дисциплина «Теория колебаний» (Б1.В.ДВ.2.1) является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.06.01 – Управление в технических системах, направленность 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения таких дисциплин, как: «Общие проблемы философии науки», «Философия технических наук. История техники», «Методология и методы НИ», а также дисциплин, изучаемых на предыдущих уровнях образования. Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ОПОП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Теория колебаний», должны обладать следующими компетенциями:

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью к аргументированному представлению научной гипотезы, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав, способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом (ОПК-1);
- владением способами математического моделирования физических свойств механических конструкций (ПК-1);
- способностью реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента. (ПК-2);
- способностью реализовывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента (ПК-3).

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*знать:*

- основы теории колебаний.

*уметь:*

- на основе законов механики описывать основные виды движения тел.

*владеть:*

- Навыками исследовательской работы.

Форма А



- Навыками использования научной, учебной и справочной литературы для поиска необходимой информации.
- Навыками решения типовых прикладных физических задач о колебаниях.
- Теоретическим материалом, иметь опыт его использования при решении задач.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 (четыре) зачетных единиц (144 часа)

##### 4.2. По видам учебной работы (в часах)

| Вид учебной работы   | Количество часов (форма обучения: очная) |                     |
|--|--|---------------------|
|  | Всего по плану                           | В т.ч. по семестрам |
|  |  | 6                   |
| 1  | 2  | 3                   |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем                         | 24                                       | 24                  |
| Аудиторные занятия:  | 24                                       | 24                  |
| Лекции   | 8  | 8                   |
| практические и семинарские занятия                                     | 16                                       | 16                  |
| лабораторные работы (лабораторный практикум)                           | -  | -                   |
| Самостоятельная работа   | 120                                      | 120                 |
| Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат) | -  | -                   |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                         | зачет                                    | зачет               |
| Всего часов по дисциплине  | 144                                      | 144                 |

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

| Название и разделов и тем  | Всего | Виды учебных занятий |                               |                               |                        |
|--|-------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
|  |       | Аудиторные занятия   |                               | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа |
|  |       | лекции               | практические занятия, семинар |                               |                        |
| 1  | 2     | 3                    | 4                             | 6                             | 7                      |
| 1. Аксиомы динамики.   |       |                      |                               |                               |                        |
| 2. Система материальных точек. Главный вектор сил, главный момент сил. | 6.5   | 0.5                  | 1                             |                               | 5                      |
| 3. Масса системы, центр масс. Моменты инерции. Тензор инерции.         | 11.5  | 0.5                  | 1                             |                               | 10                     |
| 4. Кинетический момент, теорема об его изменении                       | 6.5   | 0.5                  | 1                             |                               | 5                      |
| 5. Кинетическая энергия системы, теорема об изменении кинетической     | 6.5   | 0.5                  | 1                             |                               | 5                      |

|  |            |          |           |   |            |
|--|------------|----------|-----------|---|------------|
| энергии  |            |          |           |   |            |
| 6.Общее уравнение динамики   | 6.5        | 0.5      | 1         |   | 5          |
| 7. Уравнения Лагранжа 2 рода   | 11.5       | 0.5      | 1         |   | 10         |
| 8.Свободные колебания  | 26         | 2        | 4         |   | 20         |
| 9. Вынужденные колебания.<br>Резонанс                                | 46         | 2        | 4         |   | 40         |
| 10. Динамическое гашение<br>вынужденных колебаний –<br>антирезонанс. | 23         | 1        | 2         |   | 20         |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b> | <b>8</b> | <b>16</b> | - | <b>120</b> |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

### Раздел 1. Аксиомы и теоремы динамики

- 1.Аксиомы динамики.
- 2.Система материальных точек. Главный вектор сил, главный момент сил.
- 3.Масса системы, центр масс. Моменты инерции. Тензор инерции.
- 4.Кинетический момент, теорема об его изменении
- 5.Кинетическая энергия системы, теорема об изменении кинетической энергии
- 6.Общее уравнение динамики

### Раздел 2. Аналитическая механика

7. Уравнения Лагранжа 2 рода

### Раздел 3. Применение аналитической механики в теории колебаний

- 8.Свободные колебания
9. Вынужденные колебания. Резонанс
10. Динамическое гашение вынужденных колебаний – антирезонанс.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Аксиомы и теоремы динамики

- 1.Аксиомы динамики.
- 2.Система материальных точек. Главный вектор сил, главный момент сил.
- 3.Масса системы, центр масс. Моменты инерции. Тензор инерции.
- 4.Кинетический момент, теорема об его изменении
- 5.Кинетическая энергия системы, теорема об изменении кинетической энергии
- 6.Общее уравнение динамики

### Раздел 2. Аналитическая механика

7. Уравнения Лагранжа 2 рода

### Раздел 3. Применение аналитической механики в теории колебаний

- 8.Свободные колебания
9. Вынужденные колебания. Резонанс
10. Динамическое гашение вынужденных колебаний – антирезонанс.


## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Выполнение лабораторных работ (лабораторных практикумов) учебным планом не предусмотрено.

## 8. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение контрольных работ, рефератов учебным планом не предусмотрено.



|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |  |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с учебной и справочной литературой, проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы, выполнение домашних работ и творческих заданий с привлечением специальной технической литературы и компьютерных технологий, подготовка отчетов и докладов по определенным вопросам для углубленного самостоятельного изучения.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине.

Критериями оценок результатов самостоятельной работы аспиранта являются: уровень освоения учебного материала, умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обоснованность и четкость изложения ответа.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Список рекомендуемой литературы

#### *Основная литература:*

1. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М:Наука, 1990.
2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. СПб: Лань.2005
3. Мигулин В.В., Медведев В.И. и др. Основы теории колебаний. М: Наука, 1978.
4. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. М: Наука, 1964.
5. Самарский А.А. Численные методы М: Наука 2009
6. Семушин И.В. Численные методы алгебры и оценивание. УлГУ. 2011

#### *Программное обеспечение*

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, офисный пакет приложений Microsoft Office, языки программирования C++, Object Pascal (Delphi), прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, Statistica Base for Windows v.6 Russian Education Сетевые версии, MathType Single User 5-9 Academic (Windows) и др.

#### *Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

1. Электронный каталог научной библиотеки УлГУ.
2. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник {Электронный ресурс}. – Электр.дан. (7162 Мб: 473 378 документов). – {Б.И., 199-}
3. ConsultantPlus: справочно-поисковая система {Электронный ресурс}. – Электр.дан. (733 861 документов). – {Б.И., 199-}

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий необходима лекционная аудитория с доской и возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |  |

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС)**

**1. Перечень компетенций по дисциплине (модулю) или практике для обучающихся по направлению подготовки (профилю) с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП**


| № сем. | Наименование дисциплины (модуля) или практики  | Индекс компетенции |      |      |      |      |
|--------|--|--------------------|------|------|------|------|
|        |  | ОПК-1              | ПК-1 | ПК-2 | ПК-3 | УК-4 |
| 1, 2   | Иностранный язык (кандидатский экзамен)  |                    |      |      |      | +    |
| 1-8    | Научные исследования   | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 3      | Методология науки и методы НИ  | +                  |      |      |      | +    |
| 5      | Научно-исследовательская   | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 5, 7   | Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (кандидатский экзамен) | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 6      | Введение в численные методы  | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 6      | Вейвлет-анализ   | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 6      | Теория колебаний   | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 6      | Строительная механика  | +                  | +    | +    | +    | +    |
| 8      | Государственный экзамен  |                    | +    | +    | +    |      |
| 8      | Защита НКР (диссертации)   | +                  | +    | +    | +    | +    |

**2. Требования к результатам освоения дисциплины**

| № п/п | Индекс компет енции | Содержание компетенции (или ее части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:   |  |   |
|-------|---------------------|--|--|--|---|
|       |                     |  | знать  | уметь  | владеть   |
|       | УК-4                | готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках  | Терминологическую базу, принятую в научном сообществе, в области численных методов                                 | Выполнять поиск и анализ научной литературы по тематике исследования                                 | Навыками составления научных текстов по тематике исследования                     |
|       | ОПК-1               | способностью к аргументированно му представлению научной гипотезы, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав, | Отечественную и зарубежную специфику нормативно-правовых актов, регламентирующих проведение научных исследований и | Аргументирован но представлять научную гипотезу, выделяя при этом правила соблюдения авторских прав, | Навыками формулирования результатов научно-исследовательской работы в законченной |




|  |      |  |   |  |   |
|--|------|--|---|--|---|
|  |      | способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом            | представление их результатов  | способностью отстаивать позиции авторского коллектива с целью соблюдения указанных прав в интересах как творческого коллектива, так и организации в целом          | форме, представлять и докладывать результаты научных исследований   |
|  | ПК-1 | владением способами математического моделирования физических свойств механических конструкций  | Теоретические основы теории колебаний (свободные, вынужденные колебания, биения, резонансы, антирезонансы)  | Создавать математические модели физических процессов и задавать краевые граничные условия  | Навыками применения алгоритмом численных методов при решении задач динамики объектов исследования                       |
|  | ПК-2 | способностью реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента | Теоретические основы теории колебаний (свободные, вынужденные колебания, биения, резонансы, антирезонансы)  | Создавать программы для ЭВМ, предназначенные для анализа динамики и прочности авиаприборов, с использованием математических моделей и алгоритмов численных методов | Навыками применения алгоритмом численных методов при решении задач динамики объектов исследования                       |
|  | ПК-3 | способностью разрабатывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента  | Теоретические основы математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента | Анализировать данные натуральных экспериментов и на основе полученных результатов проверять адекватность математических моделей                                    | Навыками применения алгоритмом численных методов и сравнения полученных результатов с данными натурального эксперимента |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |   |

## 1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| № п/п | Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины                             | Индекс контролируемой компетенции (или ее части) | Оценочные средства |            | Технология оценки (способ контроля)       |
|-------|---|--|--------------------|------------|---|
|       |   |  | наименование       | №№ заданий |   |
| 1     | 1.Аксиомы динамики.   | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 1          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 2     | 2. Система материальных точек. Главный вектор сил, главный момент сил.    | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 2          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 3     | 3.Масса системы, центр масс. Моменты инерции. Тензор инерции.             | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 3          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 4     | 4.Кинетический момент, теорема об его изменении                           | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 4          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 5     | 5.Кинетическая энергия системы, теорема об изменении кинетической энергии | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 5          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 6     | 6.Общее уравнение динамики  | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 6          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 7     | 7. Уравнения Лагранжа 2 рода  | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 7          | Правильные ответы на поставленные вопросы |
| 8     | 8.Свободные колебания   | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3            | Вопросы к зачету   | 8          |   |
| 9     | 9. Вынужденные колебания. Резонанс  | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1                            | Вопросы к зачету   | 9          |   |




|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |   |

|    |  |                                       |                  |    |  |
|----|--|---------------------------------------|------------------|----|--|
|    |  | ПК-2<br>ПК-3                          |                  |    |  |
| 10 | 10. Динамическое гашение вынужденных колебаний – антирезонанс. | УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | Вопросы к зачету | 10 |  |

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### 3.1 Вопросы к зачету

| Индекс компетенции                    | № задания | Формулировка вопроса   |
|---------------------------------------|-----------|--|
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 1         | 1. Аксиомы динамики.   |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 2         | 1. Система материальных точек. Главный вектор сил.<br>2. Система материальных точек. Главный момент сил. |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 3         | 1. Масса системы, центр масс.<br>2. Моменты инерции. Тензор инерции.                                     |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 4         | 1. Кинетический момент системы материальных точек<br>2. Теорема об изменении кинетического момента       |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 5         | 1. Кинетическая энергия системы<br>2. Теорема об изменении кинетической энергии системы                  |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 6         | 1. Вывести общее уравнение динамики<br>2. Пример применения общего уравнения динамики                    |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 7         | 1. Вывести уравнения Лагранжа 2 рода<br>2. Пример применения уравнений Лагранжа 2 рода                   |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1                 | 8         | 1. Свободные колебания<br>2. Биения  |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО                         |       |   |

|                                       |    |  |
|---------------------------------------|----|--|
| ПК-2<br>ПК-3                          |    |  |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 10 | 1. Динамическое гашение колебаний – антирезонанс – 2 степени свободы<br>2. Динамическое гашение колебаний – антирезонанс – 3 степени свободы |
| УК-4<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | 9  | 1. Вынужденные колебания.<br>2. Резонанс   |

**Критерии и шкалы оценки:**

- критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;
- показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

**высокий** – более 80% правильных ответов;

**достаточный** – от 60 до 80 % правильных ответов;

**пороговый** – от 50 до 60% правильных ответов;

**критический** – менее 50% правильных ответов.