МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2018 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Колебания распределенных систем**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018г.

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1 ОПОП. Период обучения – 4 курс, 8 семестр.

**Целями освоения дисциплины являются**:

Цель курса изучение основных методов получения корректных моделей колебания распределенных систем и исследование их колебаний.

Содержание дисциплины направлено на овладения студентами основными методами постановки самосогласованных задач динамических колебаний распределенных систем и их исследование. В процессе изучения курса студенты должны приобрести навыки реализации изучаемых методов на ЭВМ.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ОПК-4** способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики | З 1. Углубленные знания в области прикладной математики и механики.  У 1. Умение применять углубленные знания в области прикладной математики и механики .  В 1. Опыт применения углубленных знаний в области прикладной математики и механики. |
| **ПК-2** способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач. | З.2 Знание методов проведения научных исследований  У.2. Умение проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.  В.3. Опыт проведения научных исследований и получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива. |
| **ПК-3** способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности. | З.3 Знания математических методов, средств системного и прикладного программного обеспечения.  У.3. Умение разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности  В.3. Опыт применения математических методов, системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной и проектно-технологической деятельности. |

1. **Структура и содержание дисциплины (модуля)   
   «**Колебания распределенных систем»

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 41 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – научно-практические занятия, 1 час – мероприятия текущего контроляуспеваемости и промежуточной аттестации), 31 час составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | В том числе | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Занятия лабораторного типа** | **Консультации** | | **Всего** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | | Очная | Очная | Очная |
| Тема 1. Элементы теории упругости ( элементы сопромата). Деформации, напряжения. Обобщённый закон Гука. Коэффициент Пуассона. Потенциальная энергия деформации. | 10 | 2 | 2 |  | |  | 4 | 6 |
| Тема 2. Постановка самосогласованных задач динамики упругих систем. Принцип Гамильтона-Остроградского. Вывод уравнений колебаний распределённых систем. Поперечные колебания струны. Продольные колебания стержня. Крутильные колебания. Изгибные колебания балки Постановка самосогласованной нелинейной задачи описывающей связные изгибные и продольные колебания стержня. Вывод уравнений параметрических колебаний струны. Уравнения колебаний цепи. Самосогласованное движение границ и колебаний цепи. | 13 | 4 | 4 |  | |  | 8 | 5 |
| Тема3.  Метод разделения переменных. (Метод Фурье). Колебания струны с неподвижными границами. Вынужденные колебания струны. Колебания струны с подвижными концами. Колебания струны с периодическим источником. Резонанс. Колебания неоднородной струны. Продольные колебания стержня. Крутильные колебания вала с диском на конце и нагруженный электромотором. Колебания подвешенной нити. Колебания вращающейся нити. Метод Бубнова-Галёркина. Колебание струны с переменными параметрами. Параметрический резонанс. | 13 | 4 | 4 |  | |  | 8 | 5 |
| Тема 4. Волновой подход к анализу колебаний распределённых систем. Волна. Основные понятия. Эффект Допплера. Двойной эффект Допплера. Нормальный и анормальный эффект Допплера. Энергетические соотношения в волновых процессах. Теорема Умова-Пойтинга. Энергетические соотношения на движущихся границах. | 13 | 4 | 4 |  | |  | 8 | 5 |
| Тема 5.  Колебания струны с подвижными закреплениями. Параметрическая неустойчивость 2-го рода. Область применимости метода Бубнова- Галёркина. | 11 | 3 | 3 |  | |  | 6 | 5 |
| Тема 6.  Колебания балки Бернулли, Тимошенко. Колебания мембраны. Колебание пластины. | 11 | 3 | 3 |  | |  | 6 | 5 |
| Текущий контроль | 1 |  |  |  | |  |  |  |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Лекции, практические занятия, тематическая контрольная работа, зачет в сочетании с различными методами обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на проблемы, дискуссиями по спорным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Выполняют самостоятельные лабораторные работы.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы

1. повторение пройденного на занятиях материала,
2. самостоятельное изучение отдельных вопросов программы,
3. подготовка к практическим занятиям,
4. выполнение контрольной работы в виде тематической контрольной работы,
5. подготовка к текущему контролю успеваемости (защита контрольной работы).

***Вопросы для текущего контроля***

* + - 1. Деформации: абсолютная, относительная, продольная, поперечная. Тензор деформации.
      2. Напряжения: нормальные, касательные. Тензор напряжения.
      3. Гипотезы плоских сечений. Принцип Сен-Венана.
      4. Обобщённый закон Гука. Коэффициент Пуассона. Деформации и закон Гука при чистом сдвиге.
      5. Потенциальная энергия деформации.
      6. Кручение. Деформации. Напряжения. Потенциальная энергия.
      7. Теория флоке.
      8. Уравнение Матье.
      9. Принцип Гамильтона-Остроградского.
      10. Вывод уравнений колебаний распределённых систем.
      11. Вывод поперечных колебаний струны.
      12. Вывод продольных колебаний стержня.
      13. Вывод крутильных колебаний.
      14. Вывод изгибных колебаний балки.
      15. Постановка самосогласованной нелинейной задачи описывающей связные изгибные и продольные колебания стержня.
      16. Вывод уравнений параметрических колебаний струны.
      17. Уравнения колебаний цепи. Самосогласованное движение границ и колебаний цепи.
      18. Колебания струны с неподвижными границами.
      19. Вынужденные колебания струны. Колебания струны с периодическим источником на границе.
      20. Резонансные колебания струны.
      21. Задача Штурма-Лиувилля.
      22. Колебания неоднородной струны. Метод разделения переменных.
      23. Крутильные колебания вала с диском на конце и нагруженным электромотором.
      24. Колебания подвешенной нити. Метод разделения переменных.
      25. Метод Бубнова-Галёркина.
      26. Колебание струны с переменными параметрами. Параметрический резонанс.
      27. Основные определения теории волн.
      28. Эффект Допплера. Двойной эффект Допплера. Нормальный и анормальный эффект Допплера.
      29. Энергетические соотношения волновых процессах. Теорема Умова-Пойтинга. Энергетические соотношения на движущихся границах.
      30. Метод Даламбера. Решение задачи о колебании струны с различными закреплениями. Колебания неоднородной струны. Продольный удар по стержню.
      31. Колебания струны с подвижными закреплениями. Параметрическая неустойчивость 2-го рода. Область применимости метода Бубнова- Галёркина.
      32. Колебания балки.
      33. Колебания мембраны.

**Методические указания для обучающихся**

*Цель самостоятельной работы* - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

**Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна бытьподчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы.

**Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану**

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

**Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

При презентации материала на занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: определение и характеристика основных категорий, эволюция предмета исследования, оценка его современного состояния, существующие проблемы, перспективы развития. Весьма презентабельным вариантом выступления следует считать его подготовку в среде Power Point, что существенно повышает степень визуализации, а, следовательно, доступности, понятности материала и заинтересованности аудитории к результатам работы студента.

**Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по данной учебной дисциплине является зачет.

**Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**)
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Дисциплина направлена на развитие 3-х компетенций

* ОПК-4 способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики.
* ПК-2 способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.
* ПК-3 способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные понятиями, идеи и методы теории информации и их применение для решения типовых задач; современные представления о формулировках и методах исследования характерных задач теории информации.

уметь использовать модели и методы теории информации для нахождения эффективных решений прикладных задач широкого профиля.

владеть применением методик качественного анализа теории информации сложных технических систем.

По дисциплине в процессе обучения предусмотрен текущий контроль успеваемости, который сопряжен с оценкой сформированности компетенций. Текущий контроль успеваемости проходит в форме индивидуальной защиты контрольной работы. Индивидуальная защита проходит в виде диалога с преподавателем по дисциплине (могут участвовать студенты группы), в отличие от публичной защиты, которая проходит на заседании какой-либо комиссии в присутствии нескольких квалифицированных преподавателей. При индивидуальной защите, как и при публичной, студент делает доклад и отвечает на вопросы. В случае разногласий с преподавателем, студент имеет право попросить заменить индивидуальную защиту на публичную, так же как может выступить с просьбой о сдаче экзамена не одному преподавателю, а экзаменационной комиссии.

При текущей и промежуточной аттестации успеваемости по дисциплине проводится оценка сформированности следующих компонентов компетенций: знания, умения, способности мотивации. Индикаторы (дескрипторы) сформированности компетенций, которые используются при контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации, размещены в таблице. Во время текущего контроля успеваемости проводится оценка знаний, умений, способностей и мотивации.

ОПК-4 способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: методы исследования задач колебаний распределенных систем | Отсутствие знаний или фрагментарное применение положений специализированных разделов : методов исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешное, но не систематическое применение положений : методов исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения методов исследования задач колебаний распределенных систем | Успешное и систематическое применение положений специализированных методов исследования задач колебаний распределенных систем |
| УМЕТЬ: создавать, применять и модернизировать известные методы исследования задач колебаний распределенных систем | Отсутствие умений или частично освоенное умение создавать, применять и модернизировать известные методы исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение создавать, применять и модернизировать известные : методы исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение создавать, применять и модернизировать известные : методы исследования задач колебаний распределенных систем | Сформированное умение создавать, применять и модернизировать известные : методы исследования задач колебаний распределенных систем |
| ВЛАДЕТЬ: подходами, применяемыми при разработке : методы исследования задач колебаний распределенных систем | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения подходами, применяемыми при разработке : методы исследования задач колебаний распределенных систем | Общие, но не структурированные навыки владения подходами, применяемыми при разработке : методы исследования задач колебаний распределенных систем | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения специальными подходами, применяемыми при разработке : методы исследования задач колебаний распределенных систем | Сформированные систематические навыки владения специальными методами, применяемыми при разработке : методы исследования задач колебаний распределенных систем |

ПК-2 способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: специализированные методы решения задач колебания распределённых систем. | Отсутствие знаний или фрагментарное применение положений методов решения задач колебания распределённых систем. | В целом успешное, но не систематическое применение положений методов решения задач колебания распределённых систем | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение положений методов решения задач колебания распределённых систем | Успешное и систематическое применение положений методов решения задач колебания распределённых систем |
| УМЕТЬ: формулировать и решать прикладные задачи колебаний распределенных систем | Отсутствие умений или частично освоенное умение формулировать и решать прикладные задачи колебаний распределенных систем | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение формулировать и решать прикладные задачи колебаний распределенных систем. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать и решать прикладные задачи колебаний распределенных систем | Сформированное умение формулировать и решать прикладные задачи колебаний распределенных систем |
| ВЛАДЕТЬ: методами решения прикладных задач колебания распределенных систем. | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения методами решения прикладных задач колебания распределенных систем.. | Общие, но не структурированные навыки владения методами решения прикладных задач колебания распределенных систем. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения понятиями методами решения прикладных задач колебания распределенных систем.. | Сформированные систематические навыки владения понятиями методами решения прикладных задач колебания распределенных систем. |

ПК-3 способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: специализированные разделы создавать, применять и модернизировать известные методы исследования задач колебаний распределенных систем | Отсутствие знаний или фрагментарное применение разделов создавать, применять и модернизировать : методы исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешно, но не систематически применять и модернизировать известные : методы исследования задач колебаний распределенных систем | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применять и модернизировать известные методы исследования задач колебаний распределенных систем | Успешно и систематически применять и модернизировать известные методы исследования задач колебаний распределенных систем |
| УМЕТЬ: решать задачи колебаний распределенных систем. | Отсутствие умений или частично освоенное умение решать задачи колебаний распределенных систем. | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение решать задачи колебаний распределенных систем. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении задачи колебаний распределенных систем. | Сформированное умение решать задачи колебаний распределенных систем. |
| ВЛАДЕТЬ: методами решения задач колебаний распределенных систем | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения методами решения задач колебаний распределенных систем | Общие, но не структурированные навыки владения методами решения задач колебаний распределенных систем задач.. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения методами решения задач колебаний распределенных систем | Сформированные систематические навыки методами решения задач колебаний распределенных систем |

* 1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачет | хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами.  50 %-ное выполнение практических заданий |
| Незачет | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.  Выполнение практических заданий менее 50 %. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,

- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий.

* 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примеры билетов, используемые на зачёте «**Колебания распределённых систем»**

Билет 1.

Дать определения деформации: абсолютной, относительной, продольной, поперечной.

Дать определения напряжения: нормальные, касательные. Тензор напряжения.

Гипотезы плоских сечений. Принцип Сен-Венана.

Билет 2.

Обобщённый закон Гука. Коэффициент Пуассона. Деформации и закон Гука при чистом сдвиге. Потенциальная энергия деформации.

Билет 3.

Кручение. Деформации. Напряжения. Потенциальная энергия.

Билет 4.

Теория Флоке. Исследование уравнения Матье.

Билет 5.

Принцип Гамильтона-Остроградского. Вывод уравнений колебаний распределённых систем.

Билет. 6.

Вывод уравнений поперечных колебаний струны.

Билет 7.

Вывод продольные колебания стержня.

Билет 8.

Вывод крутильных колебаний.

Билет 9.

Вывод изгибных колебания балки (стержня).

Билет 10.

Постановка самосогласованной нелинейной задачи описывающей связные изгибные и продольные колебания стержня. Вывод уравнений параметрических колебаний струны.

Билет 11.

Уравнения колебаний цепи. Самосогласованное движение границ и колебаний цепи.

Билет 12.

Колебания струны с неподвижными границами. Метод разделения переменных.

Билет 13.

Вынужденные колебания струны. Колебания струны с периодическим источником на границе. Резонанс.

Билет 14.

Колебания неоднородной струны. Метод разделения переменных.

Билет 15.

Крутильные колебания вала с диском на конце и нагруженным электромотором. Метод разделения переменных.

Билет 16.

Колебания подвешенной нити.

Билет 17.

Метод Бубнова-Галёркина. Колебание струны с переменными параметрами. Параметрический резонанс.

Билет 18.

Основные определения теории волн: частота, период, длинна волны, волновое число, фаза волны, дисперсия, фазовая скорость, групповая скорость, волновое сопротивление. Двухмерные волны.

Билет 19.

Эффект Допплера. Двойной эффект Допплера. Нормальный и анормальный эффект Допплера.

Билет 20.

3. Энергетические соотношения волновых процессах. Теорема Умова-Пойтинга. Энергетические соотношения на движущихся границах.

Билет 21.

Метод Даламбера. Решение задачи о колебании струны с различными закреплениями. Колебания неоднородной струны. Продольный удар по стержню.

Билет 22.

Колебания струны с подвижными закреплениями. Параметрическая неустойчивость 2-го рода. Область применимости метода Бубнова- Галёркина.

Билет 23.

Вывод и исследование колебаний балки.

Билет 24.

Вывод и исследование колебаний мембраны.

Билет 25

Колебания вращающейся нити. Метод разделения переменных.

**Задания для оценки сформированности умений компетенции ОПК-4**

1. Привести классификацию задач динамики распределенных систем.
2. Дать определение деформации и напряжениям.
3. Обобщенный закон Гука.
4. Принцип Гамильтона-Остроградского.
5. Постановка самосогласованных задач динамики.
6. Метод Даламбера решения задач динамики.
7. Разделение переменных. Задача Штурма-Лиувиля.
8. Колебания балки, мембраны, пластины..

**Задания для оценки сформированности навыков компетенции ПК-2**

Написание алгоритмов программ реализующих методы исследования колебаний струны.

**Задания для оценки сформированности навыков компетенции ПК-3**

Создание и представление выполненных практических работ на компьютере.

* 1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1 Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле М.: Наука, 1967, 444с. (11 экз.)

2. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высшая школа, 1970, 712с. (25 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Ерофеев В. И., Кажаев В. В., Семерикова Н. П. Волны в стержнях. Дисперсия. Диссипация. Нелинейность. М. Наука.2002 год. 208 стр. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ErofeevKazhaevSemerikova2002ru.djvu>

2. Весницкий А.И. Волны в системах с движущимися нагрузками. М.: Физматлит 2001,319с. (3 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сайт exponenta <http://matlab.exponenta.ru/wavelet>.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (профиль «Математическое моделирование и вычислительная математика»).

Автор –\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ляхов А.Ф.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИИТММ

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.