МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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)

|  |
| --- |
|  |

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

|  |
| --- |
| МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТИ |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| бакалавриат |

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| 01.03.01 Математика |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| Общий профиль |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| бакалавр |

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

Нижний Новгород

2018 год

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

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.ДВ.10.03) ОПОП подготовки бакалавра по направлению 01.03.01 Математика. Дисциплина преподаётся в 8 семестре.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть | Дисциплина Б1.В.ДВ.10.03 *МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТИ* относится к вариативной части ОПОП направления подготовки *01.03.01. Математика* |

**2. Целями освоения дисциплины являются:** получение необходимых знаний по научным основам теоретических и экспериментальных положений методов решения инженерных задач прочности и долговечности при конструировании ядерных энергетических установок (ЯЭУ), включая следующие вопросы: понятие механизма разрушения конструкций как основы прогнозирования их прочности и долговечности; инженерные задачи механики деформируемого тела и механики разрушения в ядерной энергетике; основные методические подходы для расчетного обоснования прочности и долговечности конструкций ЯОУ; предельные состояния конструкционных материалов и критерии их оценки по условиям прочности; напряженно-деформируемое состояние; статическая прочность: циклическая прочность; устойчивость; сопротивление хрупкому разрешению; формоизменение; вибропрочность; динамическая прочность. При освоении дисциплины вырабатываются навыки математического и механического подходов к проблеме моделирования механизмов деформирования и разрушения разнообразных конструкций: умение логически мыслить, формулировать, совершенствовать и развивать методы и способы исследования характеристик прочности, применять полученные знания для решения актуальных практических задач. Получаемые знания лежат в основе базового механического образования и необходимы для понимания и освоения задач общего физико-механического практикума и материалов других механических курсов.

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** |
| *ОК-7* способность к самоорганизации и к самообразованию  Завершающий этап | *Уметь* работать самостоятельно и в коллективе, формулировать результат; точно представить математические знания в устной форме;  *Знать* предметную область механики, математики и информатики  *Владеть* основами самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат |
| *ОПК-1* готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности  Завершающий этап | *Уметь* применять основные понятия и теоремы при решении задач механики, проводить их доказательства,реализовывать известные модели МСС  *Знать* разделы механики деформируемого твердого тела и смежных дисциплин, необходимые при реализации моделей МСС  *Владеть* подходами, применяемыми при реализации математических моделей МСС, в том числе в междисциплинарных областях |
| *ПК-1* способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области  Завершающий этап | *Уметь*: строить математические модели в различных областях естествознания, приводить их к необходимому виду, выбирать и реализовывать наиболее рациональный метод решения поставленной задачи  *Знать*: основные понятия и утверждения, входящие в содержание дисциплины, материал, основные требования к математической модели  *Владеть* современными знаниями о математических моделях и применять их в приложениях |
| *ПК-2* способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики  Завершающий этап | *Уметь*: применять классические модели СС для описания поведения реальных сред  *Знать*: разделы теоретической механики и МСС, необходимые при проведении расчётных работ  *Владеть*: подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС |

1. **Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часа, из которых 46 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (22 часа занятия лекционного типа, 22 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа промежуточной аттестации), 98 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промеж****уточной аттестации по дисциплине** | **Всего** | **В том числе** | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них** | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося** |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинрского типа | Занятия лабораторного типа |  | Всего |
| Тема1. Задачи прочности при создании ядерных энергетических установок. Механизмы деформирования и разрушения. Предельные состояния конструкционных материалов, критерии прочности и долговечности. Методические основы моделирования различных механизмов деформирования. Основные положения, стадии и виды расчетов на прочность конструкций ЯЭУ | 37 | 6 | 6 |  |  | 12 | 25 |
| Тема 2 Теоретические основы, методы и порядок определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ. Методики механического и математического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения. Основные закономерности теории прочности. | 37 | 6 | 6 |  |  | 12 | 25 |
| Тема 3 Методы решения задач прочности конструкций при статическом, циклическом механическом и температурном нагружениях, расчеты на устойчивость, формоизменение, сопротивление хрупкому разрушению и вибропрочность. Методики расчетов на сейсмические воздействия, оценки целостности, герметичности и несущей способности конструкций при внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах. | 37 | 6 | 6 |  |  | 12 | 25 |
| Тема 4 Основы методологии механического и математического моделирования решения задач прочности в рамках системы эксплуатационного мониторинга ресурса ЯЭУ для управления ее сроком службы. | 31 | 4 | 4 |  |  | 8 | 23 |
| В т.ч. текущий контроль | 2 |  | 2 |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация — экзамен | | | | | | | |

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на экзамене

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, экзамен. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Проводятся контрольные работы (на семинарах). К экзамену допускаются после решения всех задач контрольных работ и выполнения самостоятельной работы.

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

**Варианты заданий для контрольной работы**

1. Заданы виды нагружения конструкций. Сформулировать механизмы деформирования и разрушения.
2. Известны механизмы разрушения конструкционного материала. Сформулировать предельные состояния и дать определения критериям прочности, устойчивости и долговечности.
3. Сформулирована задача прочности конструкции. Изложить методические основы, положения и стадии решения задач прочности.
4. Задана конструкция и виды нагружения. Изложить методики механического и математического моделирования механизмов деформирования и разрушения.
5. Задана конструкция и нагрузки. Решить задачи прочности при статическом, циклическом термосиловом нагружении.
6. Задана конструкция и нагрузки. Решить задачи на устойчивость, формоизменение, сопротивление хрупкому разрушению и вибропрочность.
7. Задана конструкция и сейсмическое воздействие. Решить задачу ее сейсмостойкости.
8. Задана конструкция и внутренние и внешние динамические воздействия. Решить задачи потери герметичности и несущей способности.
9. Задана конструкция и описание ее жизненного цикла в составе опасного производственного объекта. Изложить методологию эксплуатационного мониторинга ресурса по условиям прочности.

**Экзаменационные вопросы**

|  |
| --- |
| 1. Задачи прочности при создании ядерных энергетических установок. |
| 1. Механизмы деформирования и разрушения. |
| 1. Предельные состояния конструкционных материалов, |
| 1. критерии прочности и долговечности. |
| 1. Основные положения, расчетов на прочность конструкций ЯЭУ |
| 1. виды расчетов на прочность конструкций ЯЭУ |
| 1. Теоретические основы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ |
| 1. методы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ |
| 1. Методики механического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения |
| 1. Методики математического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения |
| 1. Основные закономерности теории прочности. |
| 1. Методы решения задач прочности конструкций при статическом нагружении |
| 1. Методы решения задач прочности конструкций при циклическом механическом нагружении |
| 1. Методы решения задач прочности конструкций при температурном нагружении |
| 1. Методики расчетов на сейсмические воздействия. |
| 1. Оценки целостности, герметичности и несущей способности конструкций при внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах |
| 1. Основы методологии механического и математического моделирования решения задач прочности |

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),** включающий**:**
   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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать*: основные понятия механизмов разрушения конструкций, инженерные задачи механики деформируемого тела и его разрушения, предельные состояния конструкционных материалов, критерии прочности и долговечности, методические основы математического и механического моделирования различных механизмов деформирования, теоретические и экспериментальные положения и подходы по исследованию прочностных характеристик конструкции ядерных энергетических установок при разнообразных нагружающих факторах. Логическую связь между этими основами и понятиями в виде замкнутой инженерной системы.

*Уметь*: адекватно подойти к задачам механического и математического моделирования механизмов деформирования и разрушения конструкций при различных воздействиях с целью анализа их прочности и долговечности; применить полученные знания для решения практических задач.

*Владеть*: методами решения инженерных задач прочности конструкций ЯЭУ.

Дисциплина направлена на развитие следующих компетенций.

ОК-7 Способность к самоорганизации и к самообразованию

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики. |
| УМЕТЬ: Самостоятельно работать с учебной литературой по разным отраслям механики. Публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме, осваивать новые подходы. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно-исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат. | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

ОПК-1 Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬразделы теоретической механики, МСС и смежных дисциплин, необходимые при проведении расчётных работ | Отсутствие знаний или фрагментарное знание разделов теоретической механики, МСС и смежных дисциплин, необходимых при проведении расчётных работ | В целом успешное, но не систематическое знание разделов теоретической механики, МСС и смежных дисциплин, необходимых при проведении расчётных работ  МСС | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание разделов теоретической механики, МСС и смежных дисциплин, необходимых при проведении расчётных работ | Успешное и систематическое применение положений специализированных разделов знание разделов теоретической механики, МСС и смежных дисциплин, необходимых проведении расчётных работ |
| УМЕТЬ: применять основные понятия и теоремы при проведении расчётных работ  , проводить их доказательства,реализовывать известные модели МСС | Отсутствие умений или частично освоенное умение анализировать и использовать классические модели МСС | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение анализировать и использовать классические модели МСС | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать и использовать классические модели МСС | Сформированное умение анализировать и использовать классические модели МСС, делать самостоятельные выводы по их применению. |
| ВЛАДЕТЬ: подходами, применяемыми при реализации проведения расчётных работ  , в том числе в междисциплинарных областях | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения подходами, применяемыми при проведении расчётных работ | Общие, но не структурированные навыки владения подходами, применяемыми при проведении расчётных работ | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения подходами, применяемыми при проведении расчётных работ | Сформированные систематические навыки владения подходами, применяемыми проведении расчётных работ  , |

ПК-1 Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения, входящие в содержание дисциплины МСС, основные требования к математической модели | Отсутствие знаний или фрагментарное знание разделов механики СС | В целом успешное, но не систематическое знание разделов механики СС. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание разделов механики СС | Успешное и систематическое знание разделов механики СС, в том числе в междисциплинарных областях. |
| УМЕТЬ: строить классические математические модели, отражающие основные закономерности поведения реальных СС | Отсутствие умений или частично освоенное умение строить классические математические модели, отражающие основные закономерности поведения реальных СС | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение строить классические математические модели, отражающие основные закономерности поведения реальных СС | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить классические математические модели, отражающие основные закономерности поведения реальных СС | Сформированное умение строить классические математические модели, отражающие основные закономерности поведения реальных СС |
| ВЛАДЕТЬ: современными знаниями о способах построения математических моделей и применять их в приложении к СС | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения математическими методами, применяемыми при построение математических моделей классических СС | Общие, но не структурированные навыки владения математическими методами, применяемыми при построение математических моделей классических СС | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения математическими методами, применяемыми при построение математических моделей классических СС. | Сформированные систематические навыки владения математическими методами, применяемыми при построение математических моделей классических СС |

ПК-2 Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: разделы механики теоретической механики и МСС, необходимые при проведении расчётных работ | Отсутствие знаний или фрагментарное знание разделов теоретической механики и МСС, необходимых при проведении расчётных работ  СС | В целом успешное, но не систематическое знание разделов теоретической механики и МСС, необходимых проведении расчётных работ | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание разделов теоретической механики и МСС, необходимых при проведении расчётных работ | Успешное и систематическое применение знание разделов теоретической механики и МСС, необходимых при проведении расчётных работ, в том числе в междисциплинарных областях. |
| УМЕТЬ: применять классические модели СС для описания поведения реальных сред | Отсутствие умений или частично освоенное умение применять классические модели СС для описания поведения реальных сред | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение применять классические модели СС для описания поведения реальных сред | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять классические модели СС для описания поведения реальных сред | Сформированное умение применять классические модели СС для описания поведения реальных сред |
| ВЛАДЕТЬ: подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС и. | Общие, но не структурированные навыки владения подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения специальными подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС. | Сформированные систематические навыки владения специальными методами, подходами применяемыми при разработке математических моделей классических СС, в том числе в смежных областях. |

* 1. Описание шкал оценивания. Используется традиционная форма аттестации - экзамен

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, 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.

Экзамен включает устную и письменную часть. Письменная часть направлена на выявление степени освоения базовых понятий. Устная часть экзамена заключается в собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

**Пример экзаменационного билета**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

Кафедра теоретической, компьютерной и экспериментальной механики

01.03.01 «Математика»

Дисциплина«Методы решения инженерных задач прочности»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Механизмы деформирования и разрушения
2. Основные закономерности теории прочности

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Панов В.А.

(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Игумнов Л.А.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шкала оценок в соответствии со стандартом | Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ | Описание оценки |
| Отлично | Превосходно | Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление |
| Отлично | Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности. |
| Хорошо | Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями. |
| Хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя (в рамках билета). |
| Удовлетворительно | Удовлетворительно | Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя. |
| Неудовлетворительно | Неудовлетворительно | Студент показывает неудовлетворительное знание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |
| Плохо | Студент показывает полное незнание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций (если дисциплина (модуль) завершает освоение какой-то компетенции, то критерии и процедуры оценивания формируются под итоговый контроль освоения данной компетенции).

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 (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;

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

1. Соотношение свойств реальных материалов и упругого континуума.
2. Соотношение свойств реальных сред и континуума, описывающего много и мало цикловую усталость
3. Соотношение свойств реальных сред и континуума, описывающего температурные деформации
4. Описать существующие модели, описывающие малоцикловую усталость
5. Описать существующие модели, описывающие температурное деформирование
6. Привести постановки задач распространения волн для пластин и оболочек
7. Описание макроопыта по определению модуля юнга первого рода
8. Набор базовых опытов для определения модулей изотропного упругого материала
9. Описание макроопыта по определению характеристик малоцикловой усталости
   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. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ. Предсказание. Предотвращение: Пер. с англ. М.. Мир, 1984, 624 с. (2 экз.)
2. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле: Перевод с англ. М.: Машиностроение, 1985, 472 с. (12 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ-Г-7-002-86). Росатомэнергонадзор СССР. М.: Энергоатомиздат, 1989. 525 с. (1 экз.)
2. Прочность конструкций при малоцикловом нагружении. Под общ. ред. Н.А. Махутова. М.: Наука, 1983. 270 с. (1 экз.)
3. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1990. 447 с.
4. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций HI 1-031-01. Вестник Госатомнадзора России. 2001. №6. с.7-31.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины "Методы решения инженерных задач прочности"**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.01 «Математика».

Автор(ы) д.ф.-м.н., профессор В.А.Панов

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

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор Л.А. Игумнов

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_