**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ДВ.1.2 | Методы экспериментального и численного моделирования |

|  |  |
| --- | --- |
| Код направления подготовки | 15.04.03 |
| Направление подготовки | Прикладная механика |
| Наименование ОПОП  (профиль) | Механика и компьютерное моделирование в строительстве |
| Год начала реализации ОПОП | 2016 |
| Уровень образования | магистратура |
| Форма обучения | очная |
| Год разработки | 2017 |

Разработчики:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| должность | ученая степень, учёное звание | ФИО |
| доцент | к.т.н., доцент | Поддаева О.И. |

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики, Протокол №1 от 30.08.2017 г.

|  |  |
| --- | --- |
| И.о. зав. кафедрой  Физики | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Панфилова М.И./ |
|  | *Подпись, ФИО* |

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Председатель (зам. председателя)  методической комиссии | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / А.Н. Леонтьев \_/ |
|  | *Подпись, ФИО* |

Согласовано:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ЦОСП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_ А.Е. Беспалов \_/ |
|  | *дата* | *Подпись, ФИО* |

1. **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Методы экспериментального и численного моделирования» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области механики и компьютерного моделирования, математической культуры, решения задач прикладной направленности, понимание роли математического образования и информационных технологий, экспериментальных методов исследований в профессиональной деятельности.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика (уровень образования – магистратура).

1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Компетенция  по ФГОС | Код компетенции по ФГОС | Основные показатели оценивания (показатели достижения результата) | Код  показателя  оценивания |
| --- | --- | --- | --- |
| способностью самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня) | ПК-5 | **Знает**, как самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня) | З1 |
| **Умеет** самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня) | У1 |
| **Имеет навыки** самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства.  **Имеет навыки** для решения сложных научно-технических задач, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня). | Н1 |
| способностью разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований. | ПК-10 | **Знает**, как самостоятельно разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований. | З2 |
| **Умеет** разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований*.* | У2 |
| **Имеет навыки** самостоятельно разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований. | Н2 |
| готовностью самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры | ПК-11 | **Знает**, как самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры. | З3 |
| **Умеет** самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры | У3 |
| **Имеет навыки** самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры | Н3 |
| способностью осознавать, критически оценивать и анализировать вклад своей предметной области в решении экологических проблем и проблем безопасности | ПК-12 | **Знает**, как критически оценивать, осознавать и анализировать вклад своей предметной области в решении экологических проблем и проблем безопасности | З4 |
| **Умеет** осознавать, критически оценивать и анализировать вклад своей предметной области в решении экологических проблем и проблем безопасности | У4 |
| **Имеет навыки** критического подхода для осознания, оценивания и анализа вклада своей предметной области в решении экологических проблем и проблем безопасности. | Н4 |
| готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности | ПК-18 | **Знает**, как совершенствовать профессиональную деятельность, принимаемые решения и разработки в направлении повышения безопасности. | З5 |
| **Умеет** совершенствовать профессиональную деятельность, принимать решения и вести разрабки в направлении повышения безопасности | У5 |
| **Имеет навыки** к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности | Н5 |
| владением полным комплексом правовых и нормативных актов в сфере безопасности, относящихся к виду и объекту профессиональной деятельности | ПК-19 | **Знает**, как применять полный комплекс правовых и нормативных актов в сфере безопасности, относящихся к виду и объекту профессиональной деятельности | З6 |
| **Умеет** владеть полным комплексом правовых и нормативных актов в сфере безопасности, относящихся к виду и объекту профессиональной деятельности. | У6 |
| **Имеет навыки** владения полным комплексом правовых и нормативных актов в сфере безопасности, относящихся к виду и объекту. профессиональной деятельности | Н6 |
| способностью разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро. | ПК-23 | **Знает**, как разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро. | З7 |
| **Умеет** разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро. | У7 |
| **Имеет навыки** самостоятельно разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро. | Н7 |
| способностью проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях | ПК-26 | **Знает**, как проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях | З8 |
| **Умеет** проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях | У8 |
| **Имеет навыки** проведения научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях | Н8 |

1. **Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы экспериментального и численного моделирования» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» (уровень образования – магистратура), профиль «Механика и компьютерное моделирование в строительстве». Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Изучение дисциплины «Методы экспериментального и численного моделирования» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин:

«Социальные коммуникации, основы права и педагогические технологии»,

«Современные проблемы прикладной механики»,

«Проектирование элементов машин и механизмов»,

разделах дисциплин:

«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»,

«Экспериментальные и теоретические методы механики сплошных сред».

Для освоения дисциплины «Методы экспериментального и численного моделирования» обучающийся должен:

Знать: математический анализ, линейную алгебру, дифференциальные уравнения, теорию вероятностей, математическую статистику, сопротивление материалов, теорию упругости, теоретическую механику, строительную механику, численные методы, программирование.

Уметь: решать обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения в частных производных, задачи линейной алгебры и математической статистики, сопротивления материалов, теории упругости, программирования.

Иметь навыки: применения численных методов для решения простейших дифференциальных уравнений, задач линейной алгебры, математической статистики, сопротивления материалов, теории упругости.

Дисциплина «Методы экспериментального и численного моделирования» является предшествующей для освоения следующих дисциплин:

«Педагогическая практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной педагогической деятельности)»,

«Научно-исследовательская работа»,

«Преддипломная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)».

1. **Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц, 576 академических часов.

*(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)*

*Структура дисциплины:*

Форма обучения - очная

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела  дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | | | Формы текущего контроля  успеваемости  *(по неделям*  *семестра)*  Форма  промежуточной аттестации  *(по семестрам)* |
| Контактная работа  с обучающимися | | | | Самостоя-тельная работа | |
| Лекции | Практико-ориентированные занятия | | |
| Лабораторный практикум | Практические занятия | Групповые занятия - комп.  практикумы | в период теор. обучения | в сессию |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | 2 | 1-5 | 5 |  | 15 |  | 120 | 10 | Выдача курсовой работы  (4 неделя) |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | 2 | 6-10 | 5 |  | 15 |  | 60 | 9 | Контрольная работа 1  (6 неделя) |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | 2 | 11-14 | 4 |  | 12 |  | 61 | 8 | Контрольная работа 2  (13 неделя) |
|  | ***Итого*** | ***2*** | ***14*** | ***14*** |  | ***42*** |  | ***241*** | ***27*** | ***Зачет, КР*** |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | 3 | 1-3 | 4 |  | 15 |  | 20 | 5 | Выдача курсовой работы  (3неделя) |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | 3 | 4-6 | 4 |  | 15 |  | 15 | 5 | Контрольная работа 3  (5 неделя) |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | 3 | 7-9 | 2 |  | 10 |  | 105 | 12 |  |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | 3 | 10-12 | 2 |  | 8 |  | 25 | 5 |  |
|  | ***Итого*** | ***3*** | ***12*** | ***12*** |  | ***48*** |  | ***165*** | ***27*** | ***Экзамен, КР*** |
|  | **Итого:** | **2, 3** | **26** | **26** |  | **90** |  | **406** | **54** | **Зачет, КР**  **Экзамен, КР** |

1. **Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**
   1. *Содержание лекционных занятий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема и содержание занятия | Кол-во акад. часов |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Понятие модели и моделирования. Цели и задачи моделирования. Необходимость моделирования. Основные этапы процесса моделирования. Соответствие модели реальному объекту. Классификация моделей. Материальные, информационные и идеальные модели. Свойства моделей, в том числе фундаментальное свойство моделей. Виды моделирования. Обоснование корректности модели. | 5 |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | Основы теории подобия. Подобие геометрических фигур. Первая теорема подобия. Критерии подобия. Размерность единицы измерения. Размерность величин. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Анализ размерностей. Симплекс, комплекс и критерий подобия. | 5 |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | Примеры применения теории анализа размерности к простейшим законам механики. Вывод основного закона динамического подобия механических систем (число Ньютона). Соотношение между теорией подобия и анализом размерностей. Понятие автомодельности. Применение теории подобия и анализа размерностей к задачам механики жидкости и газа. Кинематическое и динамического подобие. | 4 |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | Общие положения. Экспериментальное моделирование как метод изучения физических явлений. Модели и виды эксперимента. Статические и динамические эксперименты. Измерительное оборудование. Основные этапы экспериментального моделирования. Выбор метода исследования, материал и масштаб модели, погрешность эксперимента. Интерпретация результатов. | 4 |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | Нормативные документы, регулирующие математические модели решения инженерных задач. Соотношение результатов экспериментального моделирования с данными, полученными по нормативным документам. Анализ примеров применения экспериментальных методов к моделированию прикладных задач механики жидкости и газа. | 4 |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | Математическая и численная модель. Преимущества и недостатки компьютерного моделирования. Основные этапы компьютерного моделирования. Основные алгоритмы компьютерного моделирования. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Обобщенное понятие конечного элемента, прямые методы построения конечных элементов, вариационные методы построения конечных элементов. Современные тенденции в области компьютерного моделирования инженерных задач. CAD и CAE системы. Основные современные комплексы конечно-элементного анализа и их возможности. | 2 |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | Организация и планирование экспериментальных работ. Оценка адекватности модели исследуемых систем при экспериментальном, численном и математическом моделировании. Использование предварительного численного моделирования на этапе планирования экспериментальных работ с целью их оптимизации. Верификация результатов численного, экспериментального и аналитического моделирования. Внесение корректировок в проектную документацию на основе данных, полученных в ходе расчетно-экспериментального моделирования. | 2 |
|  |  | Итого | 26 |

* 1. *Лабораторный практикум*

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен*.*

* 1. *Перечень практических занятий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема и содержание занятия | Кол-во акад. часов |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Методы построения моделей. Построение моделей на основе фундаментальных законов природы: сохранение энергии, сохранение массы, сохранение импульса. Построение математической, алгоритмической и программной модели исследуемой системы. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.  К.Р. Постановки задач механики. | 15 |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | Основы теории подобия. Подобие геометрических фигур. Теоремы подобия. Решение задач по методу анализа размерностей. | 15 |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | Основные уравнения динамики, теории упругости, механики жидкости и газа. Моделирование статических и динамических задач.  К.Р. Моделирование задач механики с применением теории подобия и анализа размерностей. | 12 |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | Общие положения. Статические и динамические эксперименты. Измерительное оборудование. Основные этапы экспериментального моделирования. Выбор метода исследования, материал и масштаб модели, погрешность эксперимента. Интерпретация результатов. | 15 |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | Нормативные документы, регулирующие математические модели решения инженерных задач. Соотношение результатов экспериментального моделирования с данными, полученными по нормативным документам. Примеры применения экспериментальных методов к моделированию прикладных задач механики жидкости и газа. | 15 |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | Мультифизичный пакет ANSYS конечно-элементного анализа. Пакет ANSYS CFX для анализа гидрогазодинамических процессов и процессов тепломассообмена. Рабочая среда ANSYS CFX и ANSYS Workbench. Предобработка в CFX-Pre. Решатель ANSYS CFX. Постобработка в ANSYS CFD-Post. Работа в ANSYS CFX. Создание расчетной области. Создание расчетной сетки. Формирование расчетной модели в CFX-Pre. Создание и редактирование граничных условий. Обработка результатов. Результаты численного моделирования прикладных задач механики жидкости в строительной отрасли. | 10 |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | Организация и планирование экспериментальных работ. Оценка адекватности модели исследуемых систем при экспериментальном, численном и математическом моделировании. Использование предварительного численного моделирования на этапе планирования экспериментальных работ с целью их оптимизации. Верификация результатов численного, экспериментального и аналитического моделирования. Внесение корректировок в проектную документацию на основе данных, полученных в ходе расчетно-экспериментального моделирования. | 8 |
|  |  | Итого | 90 |

* 1. *Групповые занятия – компьютерные практикумы*

Учебным планом компьютерный практикум не предусмотрен

* 1. *Самостоятельная работа*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды самостоятельной работы | Кол-во акад. часов | |
| в период теор. обучения | в сессию |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Разбор материала, изложенного в лекциях, подробное изучение и повторение материала практических занятий. Подготовка к контрольной работе №1. Сбор материала по теме курсовой работы. | 120 | 10 |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | Разбор материала, изложенного в лекциях, подробное изучение и повторение материала практических занятий. | 60 | 9 |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | Разбор материала, изложенного в лекциях, подробное изучение и повторение материала практических занятий. Подготовка к контрольной работе №2. Работа над темой курсовой работы. Подготовка к зачету. | 61 | 8 |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | Проработка конспектов лекций и материала, вынесенного на самостоятельное изучение.  Сбор материала по теме курсовой работы. | 20 | 5 |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | Разбор материала, изложенного в лекциях, подробное изучение и повторение материала практических занятий. Подготовка к контрольной работе №3. Работа над темой курсовой работы. Подготовка к экзамену. | 15 | 5 |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | Моделирование физических явлений в системе Maple. Моделирование физических систем в среде MathCad. Работа с программными комплексами MSC Nastran., Stark, Scad, Ansys. Подготовка к экзамену. | 105 | 12 |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | Работа над темой курсовой работы. Подготовка к защите курсовой работы. Подготовка к экзамену. | 25 | 5 |
|  |  | Итого | 406 | 54 |

1. **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции магистрант ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветовым маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

1) Уяснить и записать вопрос;

2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;

3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.

4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

1. **Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

1. **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

* учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
* учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
* методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

1. **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
| «Российское образование» - федеральный портал | http://www.edu.ru/index.php |
| Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/defaultx.asp? |
| Электронная библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Федеральная университетская компьютерная сеть России | http://www.runnet.ru/ |
| Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ» | http://www.vestnikmgsu.ru/ |
| Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ | http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/ |
| раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ | http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/ |

1. **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Перечень тем по разделам дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися и рекомендованной литературы приведён в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Темы для самостоятельного изучения  (в период теоретического обучения) |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Иерархический подход к построению моделей. Вариационные принципы построения моделей. Уравнение движения механической системы в форме Ньютона, в форме Лагранжа. Вариационный принцип Гамильтона. |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | Автомодельное решение линейного параболического уравнения диффузии.  Методы теории подобия и размерности в механике. |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики деформируемого твердого тела. |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | Методы обработки экспериментальных данных при измерениях . |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | Язык формального описания объектов PDL.  Повторение моделирование физических явлений в системе Excel, Maple, MathCad. |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | Повторение и изучение работы с программными комплексами  с программными комплексами MSC Nastran, Stark, Scad, Ansys. |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | Основные понятия и теоремы теории вероятностей. Метод Монте-Карло. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. |

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине приведён в п.6.

1. **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**
   1. *Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела дисциплины | Информационные технологии |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Слайд – презентации  Использование ресурсов сети Интернет |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач |

* 1. *Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

* 1. *Перечень информационных справочных систем*

Информационно-библиотечные системы

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование ИБС | Электронный адрес ресурса |
| Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/defaultx.asp? |
| Электронная библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ | http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/ |

1. **Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ДВ.1.2 | Методы экспериментального и численного моделирования |

|  |  |
| --- | --- |
| Код направления подготовки | 15.04.03 |
| Направление подготовки | Прикладная механика |
| Наименование ОПОП  (профиль) | Механика и компьютерное моделирование в строительстве |
| Год начала реализации ОПОП | 2016 |
| Уровень образования | магистратура |
| Форма обучения | очная |
| Год разработки | 2017 |

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)**

1. *Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Формирование компетенций при изучении дисциплины происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код компетенции  по ФГОС | Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения) | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПК-5 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-10 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-11 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-12 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-18 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-19 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-23 | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-26 | + | + | + | + | + | + | + |

1. *Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

* 1. *Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине, указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код компетенции по ФГОС | Показатели освоения  (Код показателя оценивания) | Формы оценивания | | | | | | | Обеспеченность оценивания компетенции |
| Текущий контроль | | | Промежуточная аттестация | | | |
| Контрольная работа 1 | Контрольная работа 2 | Контрольная работа 3 | Зачет | Экзамен | Защита курсовой работы 1 | Защита курсовой работы 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ПК-5 | З1 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У1 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н1 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-10 | З2 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У2 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н2 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-11 | З3 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У3 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н3 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-12 | З4 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У4 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н4 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-18 | З5 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У5 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н5 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-19 | З6 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У6 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н6 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-23 | З7 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У7 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н7 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ПК-26 | З8 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| У8 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| Н8 | + | + | + |  | + | + | + | + |
| ИТОГО | | + | + | + |  |  |  | + | + |

* 1. *Описание шкалы и критериев оценивания*

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, защиты курсовых работ используется четырёх балльная шкала оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень освоения | Оценка |
| Минимальный | «2» (неудовлетворительно) |
| Пороговый | «3» (удовлетворительно) |
| Углубленный | «4» (хорошо) |
| Продвинутый | «5» (отлично) |

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется бинарная шкала:

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень освоения | Оценка |
| Ниже порогового | Не зачтено |
| Пороговый | Зачтено |

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели оценивания | Критерии оценивания |
| Знания | Знание терминов и определений, понятий |
| Знание основных закономерностей и соотношений, принципов |
| Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов) |
| Полнота ответов |
| Правильность ответов |
| Чёткость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания |
| Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий |
| Умение проверять решение и анализировать результаты |
| Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий |
| Навыки | Навыки решения стандартных/нестандартных задач |
| Быстрота выполнения трудовых действий  Объём выполненных заданий |
| Качество выполнения трудовых действий |
| Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий |

1. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*
   1. *Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачёта во 2 семестре:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Вопросы / задания |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | 1. Определение модели. Свойство моделей. Классификация моделей.  2. Цели и этапы моделирования.  3. Классификация моделей.  4. Адекватность и точность модели, полноты, простоты, робастности, наглядности модели.  5. Постановка статических задач.  6. Постановка динамических задач.  7. Свойства моделей.  8. Виды моделирования. |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия | 9. Подобие геометрических фигур. Аффинное подобие.  10. Функциональное подобие.  11. Первая теорема подобия.  12. Вторая теорема подобия.  13. Третья теорема подобия.  14. Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Гомогенность.  15. Критерии подобия. Необходимые и достаточные условия подобия.  14. Размерность физических величин  15. Симплекс и комплекс. |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики | 16. Вывод основного закона динамического подобия механических систем (число Ньютона).  17. Соотношение между теорией подобия и анализом размерностей.  18. Понятие автомодельности.  19. Применение теории подобия и анализа размерностей к задачам механики жидкости и газа.  20. Кинематическое и динамического подобие. |

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения экзамена в 3 семестре:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Вопросы / задания |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования | 1. Статические и динамические эксперименты.  2. Измерительное оборудование.  3. Основные этапы экспериментального моделирования.  4. Выбор метода исследования, материала и масштаба модели  5. Интерпретация результатов и погрешность эксперимента. |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач | 6. Нормативные документы, регулирующие математические модели решения инженерных задач.  7. Соотношение результатов экспериментального моделирования с данными, полученными по нормативным документам.  8. Экспериментальное моделирование задач механики жидкости и газа |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | 9. Математическая и численная модель.  10. Преимущества и недостатки компьютерного моделирования.  11. Основные этапы компьютерного моделирования.  12.Основные алгоритмы компьютерного моделирования.  13. Метод конечных разностей.  14. Метод конечных элементов.  15. Метод конечных объемов.  16. Современные тенденции в области компьютерного моделирования инженерных задач. |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | 17. Организация и планирование экспериментальных работ.  18. Оценка адекватности модели исследуемых систем при экспериментальном, численном и математическом моделировании.  19. Использование предварительного численного моделирования на этапе планирования экспериментальных работ с целью их оптимизации.  20. Верификация результатов численного, экспериментального и аналитического моделирования.  21. Внесение корректировок в проектную документацию на основе данных, полученных в ходе расчетно-экспериментального моделирования. |

*Тематика курсовых работ во 2 семестре:*

1. Вывести критерии подобия при моделировании статической объемной задачи теории упругости. Рассмотреть частный случаи первой и второй краевых задач.
2. Вывести критерии подобия при моделировании статической плоской задачи теории упругости.
3. Вывести критерии подобия при моделировании задачи гидрогазодинамики.

*Состав типового задания на выполнение курсовых работ во 2 семестре.*

а) Формулировка задачи механики в общем виде и согласно варианту задания.

б) С учетом подобных преобразований записать критерии подобия.

в) Анализ полученных критериев подобия при моделировании поставленной задачи механики.

*Перечень типовых примерных вопросов для защиты курсовой работы во 2 семестре:*

1. Привести полную систему уравнений задачи механики согласно варианту задания.
2. Какие критерии подобия получены.
3. Влияние и анализ полученных критериев подобия на моделирование задачи.

*Тематика курсовых работ в 3 семестре:*

1. Моделирование градиентного потока в трубе с протяженной рабочей частью.
2. Экспериментальное исследование объектов ветрозащиты.

*Состав типового задания на выполнение курсовых работ в 3 семестре.*

а) План проведения эксперимента для решения поставленной задачи.

б) Аналитический расчет параметров эксперимента и сопротивлений, для моделирования выбранного профиля градиентного потока в аэродинамической трубе.

в) Экспериментальное моделирование градиентного потока с использованием выбранной модели.

г) Анализ результатов верификации.

д) Оценка адекватности полученных решений. Сопоставление возможностей и недостатков методов решения.

*Перечень типовых примерных вопросов для защиты курсовой работы в 3 семестре:*

а) Определение нижней границы автомодельности.

б) Предпосылки и допущения при решении поставленной задачи.

в) Анализ полученного решения.

г) Сопоставление возможностей различных методов решения поставленной задачи.

* 1. *Текущий контроль*

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля во 2 семестре:

Контрольная работа №1 по теме 1Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики.

Примерный вариант контрольной работы №1.

а) Сформулировать свойства и привести классификацию моделей.

б) Постановка статических задач.

Контрольная работа №2 по теме 2 «Основы анализа размерностей и теории подобия» и теме 3 «Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики»

Примерный вариант контрольной работы №2.

а) Сформулировать π – теорему. Решение простейших задач механики с применением теории анализа размерностей.

б) Вывести критерии подобия при моделировании задачи гидрогазодинамики.

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля в 3 семестре:

Контрольная работа №3 по теме 4 «Экспериментальные методы моделирования» и теме 5 **«**Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач».

Примерный вариант контрольной работы №3.

а) Основные этапы экспериментального моделирования

б) Возможности и недостатки экспериментальных методов

1. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

* 1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в 3 семестре.

Используется четырёх балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код показателя оценивания | Оценка | | | |
| «2»  (неудовлетв.) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| «3»  (удовлетвор.) | «4»  (хорошо) | «5»  (отлично) |
| Знания  З1,  З2,  З3,  З4,  З5,  З6,  З7,  З8 | не знает терминов и определений | знает термины и определения,  но допускает неточности формулировок | Знает, в основном, термины и определения | знает все термины и определения,  может сформулировать их самостоятельно |
| не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | знает не все основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний,  способен их интерпретировать и использовать | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний,  способен самостоятельно получить их и использовать |
| не знает значительной части материала дисциплины | знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей | знает материал дисциплины в запланированном объёме | обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными  знаниями |
| Ответ не дан | дана только часть ответа на вопрос | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены | дан полный, развёрнутый ответ |
| допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос | В ответе имеются существенные ошибки | В ответе имеются несущественные неточности | Ответ верен |
| Неверно излагает и интерпретирует знания.  Изложение материала логически не выстроено.  Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний.  Имеются нарушения логической последовательности в изложении.  Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно отражают материал. | Грамотно и по существу излагает материал.  Логическая последовательность изложения не нарушена.  Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны. | Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины,  интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы.  Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний. |
| Умения  У1  У2  У3  У4  У5  У6  У7  У8 | Не умеет выполнять поставленные практические задания,  выбрать типовой алгоритм решения | Умеет  выполнять практические задания, но не всех типов.  Способен решать задачи только по заданному алгоритму | Умеет  выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой | Умеет  выполнять практические задания повышенной сложности |
| Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий,  не может обосновать выбор метода решения задач | Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения.  Грамотно обосновывает ход решения задач | Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения.  Грамотно обосновывает ход решения задач, |
| Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения | Допускает ошибки при выполнении заданий,  нарушения логики решения.  Испытывает затруднения с выводами | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения.  Делает выводы по результатам решения | Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение.  Самостоятельно анализирует задания и решение |
| Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками | Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны. | Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены |
| Навыки  Н1  Н2  Н3  Н4  Н5  Н6  Н7  Н8 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач | Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.  Решение нестандартных задач представляет для него сложности. | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.  Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач |
| Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач | Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика. | Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания. | Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания. |
| Выполняет трудовые действия некачественно | Выполняет с недостаточным качеством | Выполняет трудовые действия качественно | Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий |
| Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия | Выполняет трудовые действия только с помощью наставника | Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника | Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи |

* 1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме Зачёта во 2 семестре.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код показателя оценивания | Оценка | |
| Не зачтено | Зачтено |
| Знания  З1,  З2,  З3,  З4,  З5,  З6,  З7,  З8 | не знает терминов и определений | знает термины и определения |
| не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний,  способен их интерпретировать и использовать |
| не знает значительной части материала дисциплины | знает материал дисциплины в запланированном объёме |
| Ответ не дан | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены |
| допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос | В ответе имеются несущественные неточности |
| Неверно излагает и интерпретирует знания.  Изложение материала логически не выстроено.  Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Грамотно и по существу излагает материал.  Логическая последовательность изложения не нарушена.  Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны. |
| Умения  У1  У2  У3  У4  У5  У6  У7  У8 | Не умеет выполнять поставленные практические задания,  выбрать типовой алгоритм решения | Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой |
| Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий,  не может обосновать выбор метода решения задач | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения.  Грамотно обосновывает ход решения задач |
| Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения.  Делает выводы по результатам решения |
| Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны. |
| Навыки  Н1  Н2  Н3  Н4  Н5  Н6  Н7  Н8 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.  Решение нестандартных задач представляет для него сложности. |
| Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач | Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания. |
| Выполняет трудовые действия некачественно | Выполняет трудовые действия качественно |

* 1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта*

Процедура защиты курсовой работы определена Положением о курсовых работах (проектах) НИУ МГСУ:

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы во 2 и 3 семестрах.

Используется четырёх балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код показателя оценивания | Оценка | | | |
| «2»  (неудовлетв.) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| «3»  (удовлетвор.) | «4»  (хорошо) | «5»  (отлично) |
| Знания  З1,  З2,  З3,  З4,  З5,  З6,  З7,  З8 | не знает терминов и определений | знает не все термины и определения,  но допускает неточности формулировок | Знает, в основном, термины и определения | знает все термины и определения,  может сформулировать их самостоятельно |
| не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает не все основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний,  способен их интерпретировать и использовать | знает все закономерности, соотношения, принципы построения знаний,  способен самостоятельно получить их и использовать |
| не знает значительной части материала дисциплины | знает частично только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей | знает только основной материал дисциплины в запланированном объёме | обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными  знаниями |
| Ответ не дан | дана только часть ответа на вопрос | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены | дан полный, развёрнутый ответ |
| допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос | В ответе имеются существенные ошибки | В ответе имеются несущественные неточности | Ответ верен |
| Неверно излагает и интерпретирует знания.  Изложение материала логически не выстроено.  Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний.  Имеются нарушения логической последовательности в изложении.  Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно отражают материал. | Грамотно и по существу излагает материал.  Логическая последовательность изложения не нарушена.  Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны. | Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины,  интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы.  Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний. |
| Умения  У1  У2  У3  У4  У5  У6  У7  У8 | Не умеет выполнять поставленные практические задания,  выбрать типовой алгоритм решения | Умеет  выполнять практические задания, но не всех типов.  Способен решать задачи только по заданному алгоритму | Умеет  выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой | Умеет  выполнять практические задания повышенной сложности |
| Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий,  не может обосновать выбор метода решения задач | Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения.  Грамотно обосновывает ход решения задач | Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения.  Грамотно обосновывает ход решения задач, |
| Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения | Допускает ошибки при выполнении заданий,  нарушения логики решения.  Испытывает затруднения с выводами | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения.  Делает выводы по результатам решения | Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение.  Самостоятельно анализирует задания и решение |
| Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками | Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны. | Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены |
| Навыки  Н1  Н2  Н3  Н4  Н5  Н6  Н7  Н8 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач | Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.  Решение нестандартных задач представляет для него сложности. | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.  Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач |
| Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач | Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика. | Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания. | Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания. |
| Выполняет трудовые действия некачественно | Выполняет с недостаточным качеством | Выполняет трудовые действия качественно | Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий |
| Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия | Выполняет трудовые действия только с помощью наставника | Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника | Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи |

Приложение 2 к рабочей программе

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ДВ.1.2 | Методы экспериментального и численного моделирования |

|  |  |
| --- | --- |
| Код направления подготовки | 15.04.03 |
| Направление подготовки | Прикладная механика |
| Наименование ОПОП  (профиль) | Механика и компьютерное моделирование в строительстве |
| Год начала реализации ОПОП | 2016 |
| Уровень образования | магистратура |
| Форма обучения | очная |
| Год разработки | 2017 |

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы,  количество страниц | Количество  экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ | Число  обучающихся,  одновременно  изучающих дисциплину  (модуль) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Основная литература:* | | | | |
| ЭБС АСВ | | | | |
| 1 | Методы экспериментального и численного моделирования | Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с. | http://www.iprbookshop.ru/22880.html | 20 |
| НТБ НИУ МГСУ | | | | |
| 2 | Методы экспериментального и численного моделирования | Архитектурно-строительная аэродинамика : учебное пособие / О.И. Поддаева, А.С. Кубенин, П.С. Чурин. – Москва: НИУ МГСУ. 2015. – 96 с. | 25 | 20 |
| *Дополнительная литература:* | | | | |
| НТБ НИУ МГСУ | | | | |
| 1 | Методы экспериментального и численного моделирования | Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - Изд.2-е, испр. - М. : Физматлит, 2005. - 320 с. | 5 | 20 |

Согласовано:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| НТБ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ |
|  | *дата* | *Подпись, ФИО* |

Приложение 3 к рабочей программе

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ДВ.1.2 | Методы экспериментального и численного моделирования |

|  |  |
| --- | --- |
| Код направления подготовки | 15.04.03 |
| Направление подготовки | Прикладная механика |
| Наименование ОПОП  (профиль) | Механика и компьютерное моделирование в строительстве |
| Год начала реализации ОПОП | 2016 |
| Уровень образования | магистратура |
| Форма обучения | очная |
| Год разработки | 2017 |

**Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела дисциплины | Наименование программного обеспечения | Тип лицензии |
| 1 | Моделирование как универсальный подход изучения явлений и задач механики | Microsoft Office | Open License |
| 2 | Основы анализа размерностей и теории подобия |
| 3 | Применение теории подобия и анализа размерностей к моделированию задач механики |
| 4 | Экспериментальные методы моделирования |
| 5 | Применение экспериментальных методов к решению инженерных задач |
| 6 | Численное моделирование инженерных задач | Ansys,  MathCad Prime3.0 | Платное ПО |
| 7 | Комплексный расчетно-экспериментальных подход к решению инженерных задач | Microsoft Office | Open License |

Приложение 4 к рабочей программе

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ДВ.1.2 | Методы экспериментального и численного моделирования |

|  |  |
| --- | --- |
| Код направления подготовки | 15.04.03 |
| Направление подготовки | Прикладная механика |
| Наименование ОПОП  (профиль) | Механика и компьютерное моделирование в строительстве |
| Год начала реализации ОПОП | 2016 |
| Уровень образования | магистратура |
| Форма обучения | очная |
| Год разработки | 2017 |

**Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вид учебного занятия | Наименование оборудования | № и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Лекции | Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования | Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда |
| 2 | Практические занятия | Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования, Автоматизированный лабораторный комплекс для исследований в аэродинамической трубе AeroLab, «Лазерная система цифровой трассерной визуализации FlowMaster 2D PIV», «Лазерная система доплеровской велосиметрии LDV 200 MD», «Комплект лазерных датчиков перемещения LAS-T», «Многоканальные сканеры давления ESP PressureScanner с системой сбора данных о давлении DTC Initium») | Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда |
| 3 | Самостоятельная работа | 32 персональных компьютера с конфигурацией: 2,6 ГГЦ, HDD 160Гб. RAM 2Гб, Video RAM 256 Мб, DVD – R/RW, монитор19”,  48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГЦ, HDD 160Гб. RAM 2Гб, Video RAM 256 Мб, DVD – R/RW, монитор19”,  40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2,9 ГГЦ, HDD 250Гб. RAM 4Гб, Video RAM 512 Мб, DVD – R/RW, монитор19” | Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославской ш., д.26, корп.2) Учебный корпус, Библиотека, комн.41. |