

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

президиумом Ученого совета ННГУ

от 14.12.2021 г. протокол № 4

Рабочая программа дисциплины

Дискретизация пространственных областей

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.03.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дискретизация пространственных областей» относится части, формируемой участниками образовательных отношений.

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|---|---|
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02, «Дискретизация пространственных областей» относится к части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, формируемой участниками образовательных отношений. |

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|---|---|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| <i>ПК-1. Владеет методами математического и экспериментального исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний</i> | ПК-1.1. Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем механики. | Знает методы математического и экспериментального исследования | <i>Собеседование</i> |
| | ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. | Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач дискретизации пространственных областей. | <i>Контрольная работа</i> |
| | ПК-1.3. Владеет навыками научно-исследовательской деятельности в области механики, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой. | Владеет навыками применения базовых знаний и современного математического аппарата дискретизации пространственных областей при решении теоретических и прикладных задач. | <i>Контрольная работа</i> |
| <i>ПК-2. Способен анализировать поставленную задачу, использовать</i> | ПК-2.1. Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных | Знает методы постановок классических задач в области дискретизации пространственных областей | <i>Собеседование</i> |

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|---|---|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| <i>корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах, реализовывать в них новые алгоритмы</i> | задач механики, основы информационных технологий. | | |
| | ПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности. | Умеет математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи в области дискретизации пространственных областей | <i>Контрольная работа</i> |
| | ПК-2.3. Владеет навыками решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов. | Владеет навыками, применяемыми при постановке классических задач в области дискретизации пространственных областей | <i>Контрольная работа</i> |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | очная форма обучения |
|--|----------------------|
| Общая трудоемкость | 3 з.е. |
| Часов по учебному плану | 108 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа | 32 |
| - занятия лабораторного типа | |
| - текущий контроль (КСР) | 1 |
| самостоятельная работа | 43 |
| Промежуточная аттестация – зачет | |

3.2. Содержание дисциплины

| Очная форма обучения | | | | |
|----------------------|--|--------------|--|------------------------|
| № | Наименование разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | |
| | | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | СР ¹ , часы |

| | | | ЗЛет ² | ЗСеТ ³ | ЗЛаТ ⁴ | Всего | |
|--|--|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| 1. | Введение в САПР | 8 | 2 | 2 | | 4 | 4 |
| 2. | Основные концепции графического программирования | 10 | 4 | 4 | | 8 | 2 |
| 3. | Системы автоматизированной разработки чертежей | 14 | 4 | 4 | | 8 | 6 |
| 4. | Системы геометрического моделирования | 14 | 4 | 4 | | 8 | 6 |
| 5. | Представление кривых и работа с ними | 10 | 2 | 2 | | 4 | 6 |
| 6. | Представление поверхностей и работа с ними | 12 | 4 | 4 | | 8 | 4 |
| 7. | Метод конечных элементов | 12 | 4 | 4 | | 8 | 4 |
| 8. | Интеграция CAD и CAM | 14 | 6 | 6 | | 8 | 4 |
| 9. | Виртуальная инженерия | 14 | 2 | 2 | | 8 | 6 |
| | Текущий контроль (КСР) | 1 | | | | 1 | |
| | ИТОГО | 108 | 32 | 32 | | 65 | 43 |
| ¹ Самостоятельная работа обучающегося. ² Занятия лекционного типа. ³ Занятия семинарского типа. ⁴ Занятия лабораторного типа. | | | | | | | |

Краткое содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в САПР: определение CAD, CAM, CAE, сценарий интеграции проектирования и производства посредством общей базы данных, компоненты САПР, аппаратное обеспечение САПР, конфигурация аппаратных средств.
2. Основные концепции графического программирования: графические библиотеки, системы координат, примитивы, ввод графики, дисплейный файл, матрица преобразования, удаление невидимых линий и поверхностей, визуализация, графический интерфейс пользователя.
3. Системы автоматизированной разработки чертежей: настройка параметров чертежа, базовые функции черчения, функции аннотирования, вспомогательные функции, совместимость файлов чертежей.
4. Системы геометрического моделирования: системы каркасного моделирования, системы поверхностного моделирования, системы твердотельного моделирования, немногочисленные системы моделирования, системы моделирования устройств, базовые функции моделирования агрегатов, возможность совместного проектирования.
5. Представление кривых и работа с ними: типы уравнений, конические сечения, Эрмитовы кривые, кривая Безье, сплайн, интерполяционные кривые, пересечение кривых.
6. Представление поверхностей и работа с ними: типы уравнений поверхностей, билинейная поверхность, лоскут Куна, бикубический лоскут, поверхность Безье, сплайновая поверхность, интерполяционная поверхность, пересечение поверхностей.
7. Метод конечных элементов: введение в метод конечных элементов, формулировка метода конечных элементов, моделирование конечных элементов, автоматическое построение сетки, топологическое разбиение, геометрическое разбиение, решеточные методы, повышение качества сетки
8. Интеграция CAD и CAM: производственный цикл детали, технологическая подготовка производства, автоматизированные системы технологической подготовки производства, групповая технология.
9. Виртуальная инженерия: определение виртуальной инженерии, компоненты виртуальной инженерии, применение виртуальной инженерии, исследовательские проблемы и препятствия виртуальной инженерии.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (зачет).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *задач (практических заданий), контрольных работ* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к *зачёту*.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Шкала оценивания сформированности компетенций | | Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | | |
|---|-------------------|--|--|---|
| | | <u>Знания</u> | <u>Умения</u> | <u>Навыки</u> |
| плохо | не зачтено | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа |
| неудовлетворительно | | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. |
| удовлетворительно | зачтено | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами |
| хорошо | | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| очень хорошо | | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |

| Шкала оценивания сформированности компетенций | Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | | |
|---|--|--|---|
| | Знания | Умения | Навыки |
| | несущественных ошибок | объеме, но некоторые с недочетами. | |
| отлично | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| превосходно | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

| № | Вопрос | Код формируемой компетенции |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | Определение CAD, CAM, CAE. | ПК-1, ПК-2 |
| 2. | Определение и аппаратное обеспечение САПР. | ПК-1, ПК-2 |
| 3. | Основные концепции графического программирования. | ПК-1, ПК-2 |
| 4. | Системы каркасного моделирования. | ПК-1, ПК-2 |

| № | Вопрос | Код формируемой компетенции |
|-----|--|-----------------------------|
| 5. | Системы поверхностного моделирования | ПК-1, ПК-2 |
| 6. | Системы твердотельного моделирования. | ПК-1, ПК-2 |
| 7. | Немногообразные системы моделирования. | ПК-1, ПК-2 |
| 8. | Базовые функции моделирования агрегатов, возможность совместного проектирования. | ПК-1, ПК-2 |
| 9. | Представление кривых и работа с ними. | ПК-1, ПК-2 |
| 10. | Представление поверхностей и работа с ними | ПК-1, ПК-2 |
| 11. | Формулировка метода конечных элементов. | ПК-1, ПК-2 |
| 12. | Повышение качества сетки | ПК-1, ПК-2 |
| 13. | Интеграция CAD и CAM | ПК-1, ПК-2 |
| 14. | Определение виртуальной инженерии, | ПК-1, ПК-2 |
| 15. | Применение виртуальной инженерии | ПК-1, ПК-2 |
| 16. | Исследовательские проблемы и препятствия виртуальной инженерии | ПК-1, ПК-2 |

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1 и ПК-2

Задания приведены в приложении 1. Для каждого варианта объекта необходимо создать конечно-элементную модель с помощью комплекса ANSYS.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

| № | а) основная литература: | К-во ¹ |
|----|---|-------------------|
| 1. | Применение системы ANSYS к решению задач механики сплошной среды: практ. рук./Любимов А. К., Берендеев Н. Н., Втюрин М. Ю., Жидков А. В., Леонтьев Н. В., Шабаров В. В. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2006. - 227 с. | 100 |

| № | б) дополнительная литература: | К-во ¹ |
|----|--|-------------------|
| 1. | Чигарев А. В. , Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. - ANSYS для инженеров: справочное пособие. - М.: Машиностроение-1, 2004. - 512 с. | 25 |
| 2. | Капустин С. А. - Метод конечных элементов в задачах механики деформируемых тел: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2002. - 180 с. | 25 |
| 3. | Васильева В. Н. - Введение в теорию метода конечных элементов. - Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1986. - 149 с. – 25 | 25 |

| № | в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины) | «Л» или «С» ² |
|----|---|--------------------------|
| 1. | ANSYS | Л |

¹ Указывается количество экземпляров в библиотеке ННГУ. Если издание доступно в электронном виде (указана ссылка), указывается буква «Э».

² Указывается буква «Л», если программное обеспечение – лицензионное, или «С» – в свободном доступе.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Автор(ы) _____ к.ф.-м.н., ст.преп.
Кожанов Д.А.

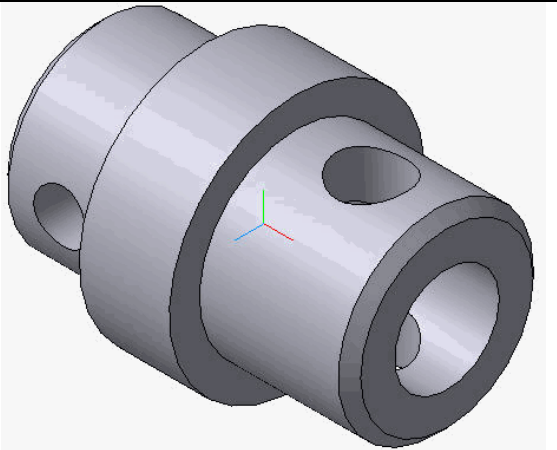
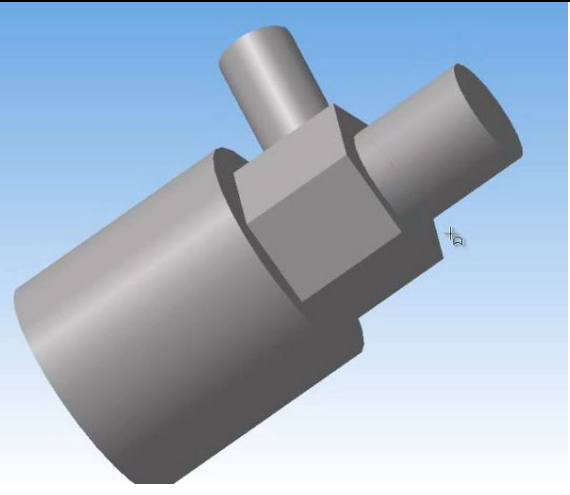
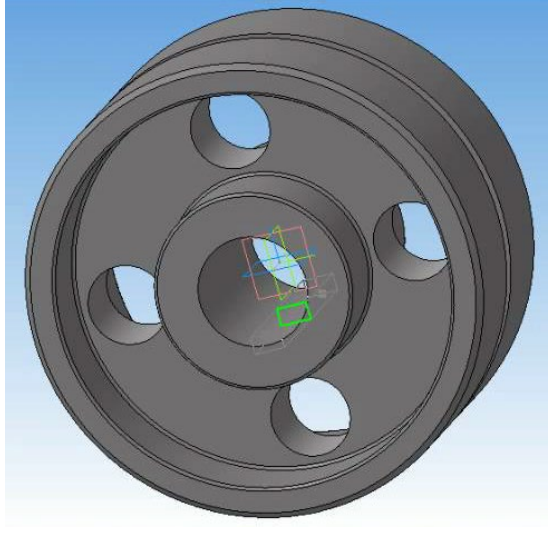
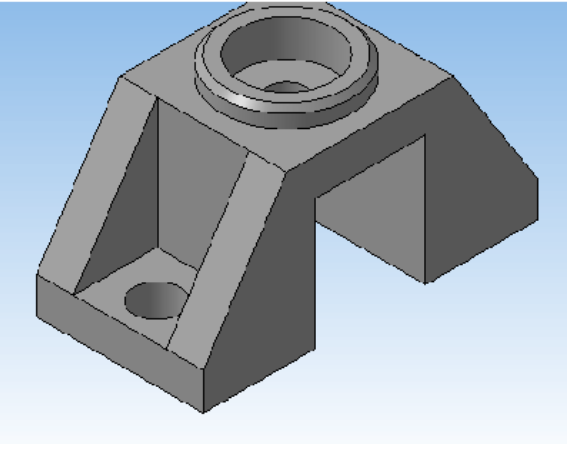
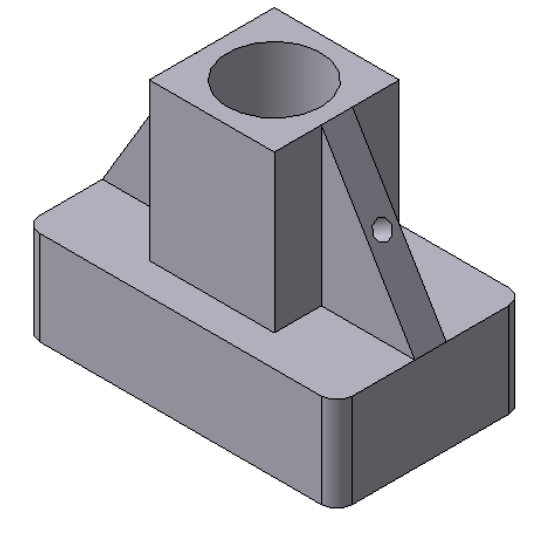
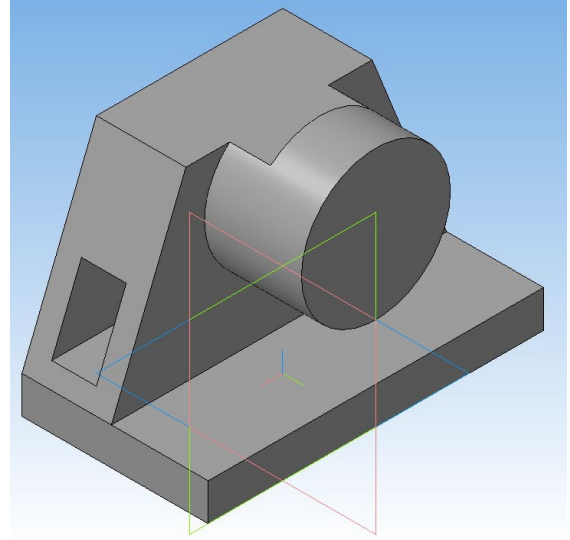
Рецензент(ы) _____

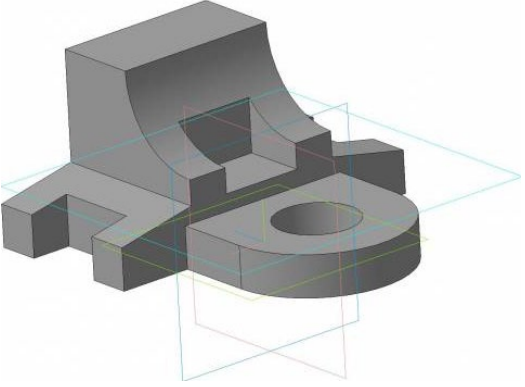
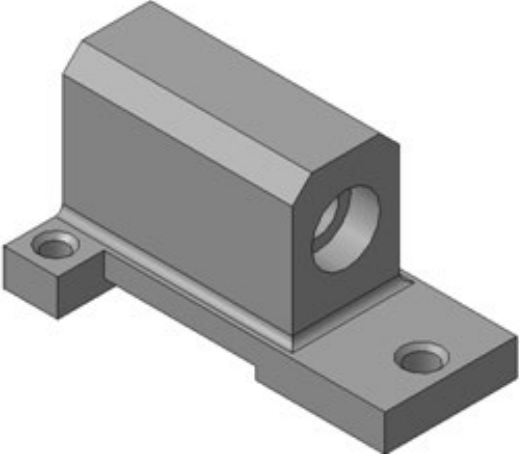
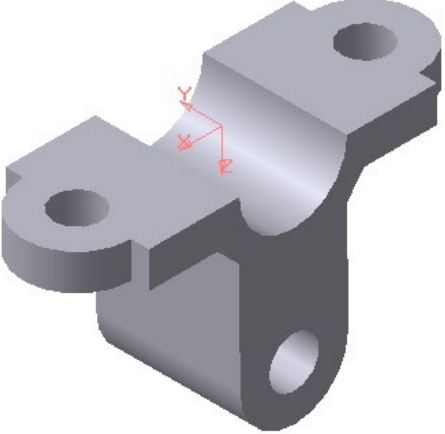
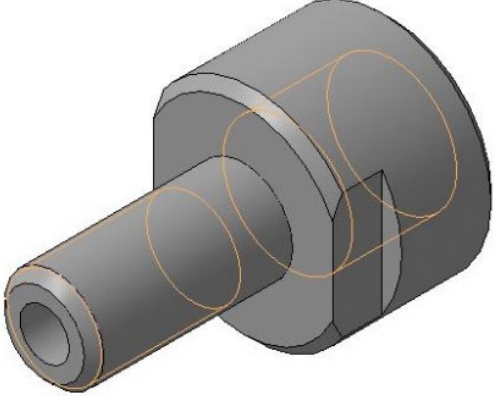
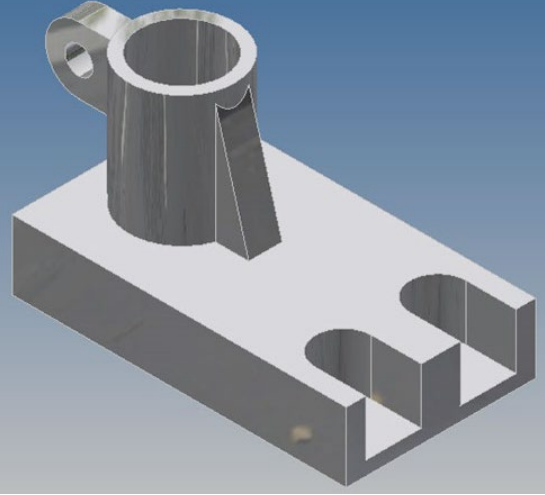
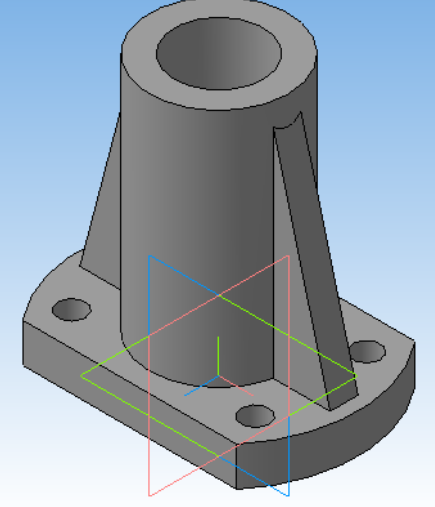
Заведующий кафедрой
теоретической, компьютерной и
экспериментальной механики _____ д.ф.-м.н., профессор
Игумнов Л.А.

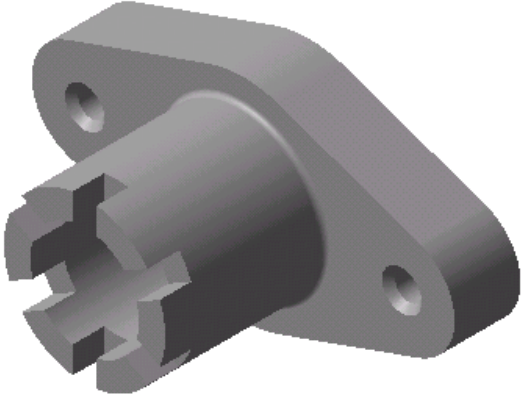
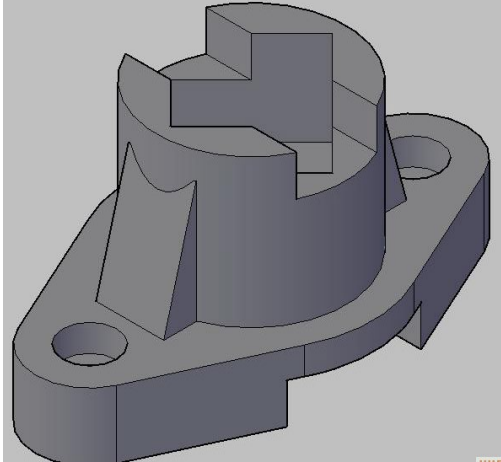
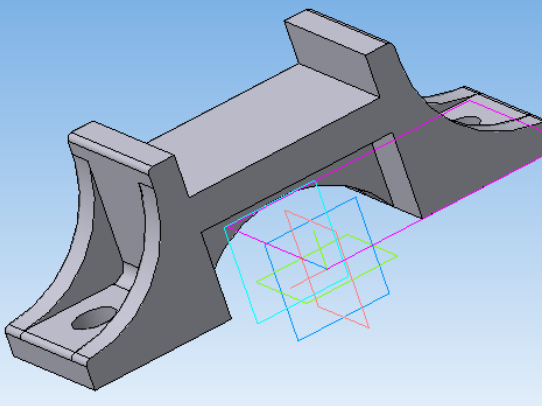


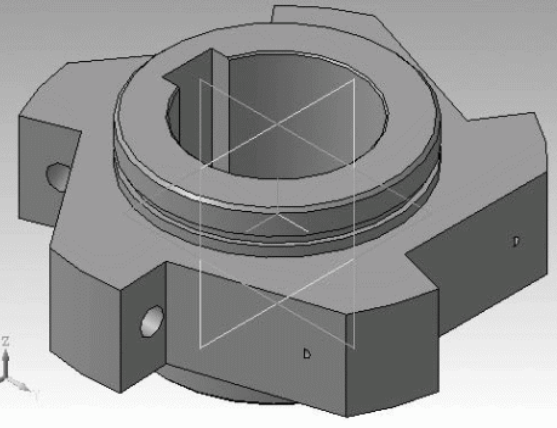
Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 01.12.2021 года, протокол № 2.

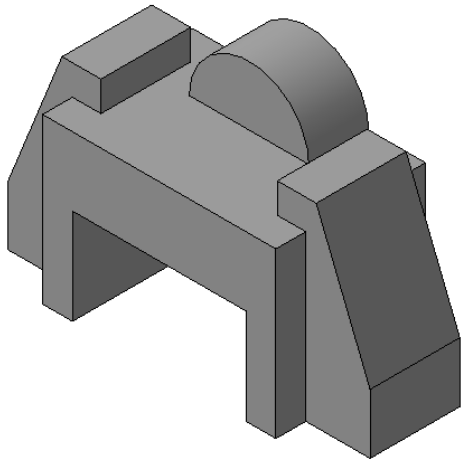
Варианты заданий для контрольной работы

| Номер варианта | | Номер варианта | |
|----------------|---|----------------|--|
| 1 |  | 2 |  |
| 3 |  | 4 |  |
| 5 |  | 6 |  |

| | | | |
|----|---|----|--|
| 7 |  | 8 |  |
| 9 |  | 10 |  |
| 11 |  | 12 |  |

| | | | |
|----|---|----|--|
| 13 |  | 14 |  |
| 15 |  | 16 |  |
| 17 |  | 18 |  |

19



20

