

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровое моделирование механических систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Заочная
Факультет	Н Робототехника и инновационная инженерия
Выпускающая кафедра	НЗ Механика деформируемого твердого тела
Кафедра-разработчик рабочей программы	НЗ Механика деформируемого твердого тела

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	6	2	0	4	102	0	0	102	зач.
4	7	3	108	6	2	0	4	102	0	0	102	экз.
ВСЕГО		6	216	12	4	0	8	204	0	0	204	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

15.03.03 Прикладная механика

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Вересов Даниил Константинович, ассистент

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Крутова Вероника Александровна, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **НЗ Механика деформируемого твердого тела**

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

НЗ Механика деформируемого твердого тела

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-8.1

знания:

физико-математические основы гидродинамики, а также сопряжённые задачи механики деформируемых сред;

возможности и особенности применения численных методов моделирования теплообмена и динамики жидкости;

основные положения метода конечных объемов, виды и особенности математических моделей турбулентности.;

умения:

проведение численного моделирования аэро- и гидродинамических процессов при различных условиях.;

навыки:

составления расчетных схем гидромеханических систем;

разработки и применения математических и компьютерных моделей для решения задач механики жидкости и газа;

применения современного математического и программного продуктов для решения технических задач..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-8.1
3	6	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики. Математические модели движения морской среды. Ламинарные и турбулентные течения жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности.	108	6	2	4	102	50
Всего за 6 семестр			108	6	2	4	102	50
4	7	Раздел 2. Аппроксимация уравнений движения жидкости. Сеточные методы. Метод конечных разностей. Метод контрольного объема. Метод конечных элементов. Методы построения расчетных сеток.	108	6	2	4	102	50
Всего за 7 семестр			108	6	2	4	102	50
Всего по дисциплине			216	12	4	8	204	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	Моделирование течения жидкости и газа в прямолинейной трубе. Ламинарный и турбулентный потоки.	4
Всего за 6 семестр			4
2	Раздел 2. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет внешнего обтекания тела вращения потоком жидкости.	4
Всего за 7 семестр			4

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности. Особенности течения вязкой жидкости в трубе.	102
Всего за 6 семестр			102
2	Раздел 2. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	Расчет коэффициента лобового сопротивления и присоединенных масс тела вращения.	102
Всего за 7 семестр			102

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок. МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/?u=>;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. https://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=11&Itemid=101 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. КОМПАС-3D V21.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. КОМПАС-3D V21.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *И Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-8.1 Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами численного решения основных задач гидродинамики и учетом гидродинамических явлений при оценке прочности конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**4 ч.**), практические занятия (**8 ч.**), самостоятельная работа студента (**204 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 12 ч. аудиторных занятий, и 204 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.		
Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности. Особенности течения вязкой жидкости в трубе.	В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3) Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика: Москва: Юрайт, 2022 (1-3)	102
Итого по разделу 1		102
Раздел 2. Аппроксимация уравнений движения жидкости.		
Расчет коэффициента лобового сопротивления и присоединенных масс тела вращения.	Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. . Прикладная гидродинамика: Москва: Юрайт, 2022 (1-3) В. Г. Дегтярь, В. И. Пегов. . Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: МиассБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3)	102
Итого по разделу 2		102

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену;
- зачет;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Критерии оценивания домашних заданий.

Отметка "5"

Домашнее задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка "4"

Домашнее задание выполнено студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка "3"

Домашнее задание выполнено и оформлено с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывал затруднения при самостоятельной работе.

Отметка "2"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению задания. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений

Вопросы к зачету

1. Математические модели движения морской среды.
2. Ламинарные и турбулентные течения жидкости.
3. Уравнения Навье-Стокса.
4. Осреднение по Рейнольдсу и основные характеристики турбулентности.
5. Уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности.
6. Система уравнений Навье-Стокса: вывод и физический смысл;
7. Классификация уравнений в частных производных задач гидродинамики;
8. Граничные условия в CFD;
9. Метод конечных разностей;
10. Метод конечных объемов.

Вопросы к экзамену

1. Схемы аппроксимации конвективных членов;
2. Явные и неявные методы интегрирования по времени;
3. Алгоритм SIMPLE;
4. Итерационные методы решения SLAU;
5. Моделирование турбулентности: RANS, LES, DNS;
6. Понятие о разрешении пограничного слоя;
7. Типы сеток и качество сетки;
8. Сходимость, устойчивость и консервативность решения;
9. Практический CFD-процесс: от CAD к постобработке;
10. Верификация и валидация

Зачет (семестр 6)

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в целях определения уровня сформированности компетенций в соответствии с индикаторами их достижения.

В течение семестра действует балльно-рейтинговая система (БРС) оценки знаний.

Обучающийся имеет право на получение оценки по дисциплине в соответствии с БРС без дополнительной сдачи зачета.

В случае, если не набрано необходимое для получения зачета количество баллов, обучающийся имеет право сдать зачет преподавателю в порядке, описанном ниже.

Контрольные задания для промежуточной аттестации формируются из утвержденного перечня оценочных материалов. Вариант контрольного задания содержит не менее 5 теоретических и (или) практических вопросов на каждую компетенцию, формирование которой обеспечивается в рамках дисциплины, не менее 50% заданий в варианте являются заданиями открытого типа, требующих развернутого письменного или устного ответа.

Критерии оценивания:

«не зачтено»: контрольное задание выполнено менее, чем на 50%, преимущественная часть результатов выполнения задания содержит ошибки, характер которых указывает на отсутствие у обучающегося запланированных результатов освоения дисциплины (знаний, умений и навыков), необходимых и достаточных для решения профессиональных задач, соответствующих этапу формирования компетенции

«зачтено»: контрольное задание выполнено не менее, чем на 50%, часть результатов выполнения задания может содержать ошибки, характер которых указывает на достаточный уровень достижения обучающимся запланированных результатов освоения дисциплины (знаний, умений и навыков), но при этом позволяет сделать вывод о способности обучающегося решать типовые профессиональные задачи.

Экзамен (семестр 7)

Обучающийся имеет право на получение положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в соответствии с критериями, содержащимися в технологической карте.

Экзамен проходит в формате письменного ответа на вопросы. Каждому обучающемуся предлагается билет из 3-х вопросов.

Критерии оценивания:

Верный ответ на 1 вопрос - "удовлетворительно";

Верные ответы на 2 вопроса - "хорошо";

Верные ответы на все 3 вопроса - "отлично".

В течение семестра действует балльно-рейтинговая система, в соответствии с которой по результатам работы в семестре обучающийся имеет право на получение оценки без сдачи экзамена. Критерии перевода баллов в оценку в соответствии с БРС:

85 - 100 "отлично";

75 – 84 "хорошо";

60 - 74 "удовлетворительно";

менее 60 - «неудовлетворительно»

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-8.1	
3	6	Раздел 1. Предмет, содержание и методы вычислительной гидродинамики.	108	6	2	4	102	50	Домашнее задание, Вопросы к зачету
Всего за 6 семестр			108	6	2	4	102	50	
4	7	Раздел 2. Аппроксимация уравнений движения жидкости.	108	6	2	4	102	50	Вопросы к экзамену, Домашнее задание
Всего за 7 семестр			108	6	2	4	102	50	
Всего по дисциплине			216	12	4	8	204	100	

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

ПК-8.1 - Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В чём состоит валидация модели?
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
Опишите этапы постановки задачи течения жидкости в клапане в Ansys
1. Создание геометрической модели клапана на основе заданных сведений
 2. Создание расчетной области с помощью выполнения булевой операции
 3. Обозначение границ
 4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв
 5. Выбор решателя и его настройки (тип решателя, численная схема, пороговые значения невязок, отслеживаемые параметры)
 6. Обоснование принимаемых допущений (модель среды, учёт вязкости, учёт теплообмена между телом и средой)
 7. Задание граничных условий - выбор типов задаваемых условий и определение параметров на границах
 8. Инициализация – задание начального распределения параметров в расчетной области
 9. Обработка полученных результатов – построение полей распределения параметров и графиков распределения параметров
 10. Оценка сеточной сходимости
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Отношение скорости потока в данной точке к местной скорости звука называют ...
- 1 число Маха
 - 2 число Крокко
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Безразмерный параметр, который характеризует соотношение между инерционными силами и гравитационными силами в потоке жидкости или газа - это...
- 1 число Маха
 - 2 число Фруда
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена

- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В чём состоит верификация модели?
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Перечислите, по каким критериям при проведении аэродинамических экспериментов обеспечивают подобие приведенные величины:
- 1 Число Рейнольдса
 - 2 Число Фруда
 - 3 Число Маха
 - 4 Число Струхала
- a подобие по вязкости среды
- b подобие по массовым силам (сила тяжести)
- c подобие по сжимаемости среды
- d подобие по времени процесса
- e подобие по тепловым потокам
- f подобие по скорости движения
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
При математическом и компьютерном моделировании используют широкий круг понятий, определяющих правильность выбора модели. Опишите эти понятия:
- 1 адекватность
 - 2 валидация
 - 3 верификация
 - 4 сходимость
- a свойство модели обеспечивать соответствие моделируемому изделию (процессу или явлению) по обоснованному перечню характеристик
- b процесс определения степени того, насколько модель является точным представлением реального мира с точки зрения предполагаемого использования модели
- c процесс определения соответствия компьютерной модели или программы математической модели, подтверждение корректности решения уравнений математической модели
- d способность метода приводить к точному решению за конечное число шагов
- e раздел цифровых, интеллектуальных технологий, связанных с изучением активности мозга, восприятием и распознаванием сигналов, исследованием и моделированием механизмов принятия решений
- f система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека
- g представление математической модели в форме алгоритма, который может быть реализован в виде компьютерной программы
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность
Опишите этапы постановки задачи обтекания крыла потоком воздуха в Ansys

1. Создание геометрической модели крыла на основе заданных характеристик – профиля крыла, его размаха и формы в плане
 2. Создание вокруг крыла внешней геометрии – расчетной области, обоснование геометрических размеров расчетной области и расстояния от границ расчетной области до крыла в зависимости от предполагаемых режимов обтекания (до- или сверхзвуковое течение)
 3. Обозначение границ
 4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв, ударно-волновых структур, вихревых зон
 5. Выбор решателя и его настройки (тип решателя, численная схема, пороговые значения невязок, отслеживаемые параметры)
 6. Обоснование принимаемых допущений (модель среды, учёт вязкости, учёт теплообмена между телом и средой)
 7. Задание граничных условий - выбор типов задаваемых условий и определение параметров на границах
 8. Инициализация – задание начального распределения параметров в расчетной области
 9. Обработка полученных результатов – построение полей распределения параметров и графиков распределения параметров, получение значений сил и моментов, действующих на крыло
 10. Оценка сеточной сходимости
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Безразмерная величина, которая характеризует отношение инерционных сил к силам вязкого трения в потоке жидкости или газа - это...
- 1 число Маха
 - 2 число Фруда
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Термически совершенный газ, описываемый моделью текучей среды "ideal gas" в Ansys подчиняется уравнениям...
- 1 термическому уравнению состояния Менделеева - Клапейрона
 - 2 калорическому уравнению состояния $U = c_v T$
 - 3 уравнению Ван-дер-Ваальса
 - 4 уравнению Редлиха – Квонга
 - 5 калорическому уравнению состояния $U = c T$
 - 6 термическому уравнению состояния $\rho = \text{const}$
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие критерии подобия считают основными в аэродинамике летательного аппарата при проведении физических экспериментов в аэродинамических трубах?

1 Число Маха

2 Число Рейнольдса

3 Число Крокко

4 Число Фруда

5 Число Стокса

6 Число Нуссельта

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На какие критерии необходимо опираться при построении расчетной сетки гидродинамической области вокруг тела?

1 y^+

2 число Куранта-Фридрихса-Леви

3 вязкость среды

4 число Нуссельта

5 Число Стокса