

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

Актуализировано 24 ДЕК 2018

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Проректор МАИ  Д.А.Козорез

Козорез Д.А.  
“30” “08” 2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000120889)**

**Испытания космических аппаратов**

*(указывается наименование дисциплины по учебному плану)*

Специальность 24.05.03 Испытание летательных аппаратов

Квалификации выпускника Инженер

Специализация подготовки Летные испытания пилотируемых авиационных и воздушно-космических летательных аппаратов

Форма обучения очная  
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра A11

Обеспечивающая кафедра A11

Кафедра-разработчик рабочей программы A11

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточного контроля
10	5	180	30	30	0	0	84	36	Э
<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>36</b>	

Москва  
2018

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

### Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы


Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по специальности 24.05.03 Испытание летательных аппаратов


---

Авторы программы:

Торопов В.А.

  
\_\_\_\_\_

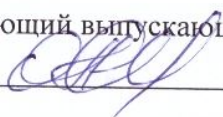
Заведующий обеспечивающей кафедрой А11

  
\_\_\_\_\_

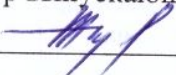
Балык О.А.

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой А11

  
\_\_\_\_\_ Балык О.А.

Директор выпускающего филиала

  
\_\_\_\_\_ Жиделев А.В.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Гидродинамика является достижение следующих результатов освоения(РО):

№	Шифр	Результат освоения
1	У-1 (ОПК-4)	Уметь использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в профессиональной деятельности для решения инженерных задач проектирования
2	У-7 (ОПК-5)	Уметь разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности
3	У-1 (ОПК-6)	Уметь использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности при решении инженерных (проектных, проектно-конструкторских, конструкторско-технологических) задач

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ОПК-4	Готовность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в профессиональной деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)
2	ОПК-5	Готовность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)
3	ОПК-6	Готовность использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности при решении инженерных (проектных, проектно-конструкторских, конструкторско-технологических) задач с использованием методов теоретического и экспериментального исследования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Гидродинамика является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

№	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Математический анализ	Итоговая гос. аттестация
2	Дифференциальные уравнения	
3	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	
4	Вычислительная математика	
5	Физика	
6	Теория вероятностей и математическая статистика	
7	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление	
8	Сопrotивление материалов	
9	Термодинамика и теплопередача	
10	Динамика полета	
11	Моделирование систем и процессов	
12	Теория планирования летных испытаний	
13	Теоретическая механика	
14	Инженерная графика	

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	КСР	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Гидродинамика	Требования, предъявляемые к гидросамолетам	2	2	0	0	12	16	180
	.Гидростатика гидросамолета	2	2	0	0	12	16	
	Понятие о глиссировании гидросамолета.	4	4	0	0	24	32	
	Моделирование движения гидросамолета.	2	2	0	0	12	16	
	Основы теории подобия.	2	2	0	0	12	16	
	Волновое движение воды	2	2	0	0	12	16	
	Основы теории глиссирования.	2	2	0	0	8	12	
	Гипотеза плоских сечений.	2	2	0	0	8	12	
	Устойчивость глиссирования.	2	2	0	0	8	12	
	Нагружение гидросамолета при эксплуатации на воде.	2	2	0	0	8	12	
	Нормы прочности и Авиационные правила для гидросамолетов	2	4	0	0	14	20	
<b>Всего</b>		<b>24</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

### 3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

*В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.*

- 1. Требования, предъявляемые к гидросамолетам.
- 2. Плавучесть гидросамолета.
- 3. Остойчивость гидросамолета.
- 4. Непотопляемость гидросамолета.
- 5. Понятие о глиссировании гидросамолета.
- 6. Моделирование движения гидросамолета.
- 7. Основы теории подобия.
- 8. Волновое движение воды.
- 9. Основы теории глиссирования.
- 10. Установившееся глиссирование плоско-килеватой пластинки бесконечной ширины
- 11. Гипотеза плоских сечений.
- 12. Равномерное погружение клина конечной ширины.
- 13. Применение гипотезы плоских сечений для расчета гидродинамических сил.
- 14. Статическая и динамическая устойчивость глиссирования.
- 15. Характеристики устойчивости глиссирования.
- 16. Нагружение гидросамолета при эксплуатации на воде.
- 17. Нормы прочности и Авиационные правила, для различных форм поперечных сечений днища
- 18. Гидродинамические нагрузки на днище лодки.

### 3.2.Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1.Требования, предъявляемые к	2	Требования, предъявляемые к гидросамолетам. Классификация гидросамолетов. Основные	1

	гидросамолетам		гидростатические характеристики.	
2	1.2..Гидростатика гидросамолета	2	Основные понятия гидростатики ЛА. Плавучесть гидросамолета.	1, 2
3	1.3.Понятие о глиссировании гидросамолета.	2	Поперечная и продольная остойчивость гидросамолета. Диаграмма поперечной остойчивости гидросамолета.	1, 3
4	1.3.Понятие о глиссировании гидросамолета.	2	Глиссирование гидросамолета. Классическая схема глиссирования.Режимы движения гидросамолета. Режим плавания, переходный режим, режим глиссирования.	2, 3, 4, 5
5	1.4.Моделирование движения гидросамолета.	2	Теоретический и экспериментальный методы исследования движения гидросамолета.	1, 6
6	1.5.Основы теории подобия.	2	Критерии подобия гидродинамических и аэродинамических явлений, критерий Рейнольдса, критерий Фруда.	7
7	1.6.Волновое движение воды	2	Основы теории волн. Понятие фронта волны, орбитальные скорости частиц воды. Виды волн.	1, 2, 3, 4, 8
8	1.7.Основы теории глиссирования.	2	Установившееся глиссирование плоско-килеватой пластинки бесконечной ширины	1, 9
9	1.8.Гипотеза плоских сечений.	2	Формулировка гипотезы плоских сечений, ограничения по её применению. Применение гипотезы плоских сечений для расчета гидродинамических сил.	10, 11, 12, 13
10	1.9.Устойчивость глиссирования.	2	Статическая и динамическая устойчивость глиссирования. . Характеристики устойчивости глиссирования. Границы устойчивости глиссирования.	14, 15
11	1.10.Нагружение гидросамолета при эксплуатации на воде.	2	Физические основы расчетов нагрузок на днище лодки гидросамолета. Распределение гидродинамического давления по ширине днища лодки.	16, 18
12	1.11.Нормы прочности и Авиационные правила для гидросамолетов	2	Перегрузки при ударе о воду, расчетные случаи нагружения. Местные гидродинамические нагрузки на днище лодки.	17, 18
<b>Итого:</b>		<b>24</b>		

### 3.3.Содержание лекций.

#### 1.1.1. Требования, предъявляемые к гидросамолетам. Классификация гидросамолетов. Основные гидростатические характеристики. (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

#### 1.2.1. Основные понятия гидростатики ЛА. Плавучесть гидросамолета. (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

#### 1.3.1. Поперечная и продольная остойчивость гидросамолета. Диаграмма поперечной остойчивости гидросамолета. (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

#### 1.3.2. Глиссирование гидросамолета. Классическая схема глиссирования.Режимы движения гидросамолета. Режим плавания, переходный режим, режим глиссирования. (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

**1.4.1. Теоретический и экспериментальный методы исследования движения гидросамолета.** (АЗ: 2, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.5.1. Критерии подобия гидродинамических и аэродинамических явлений, критерий Рейнольдса, критерий Фруда.** (АЗ: 2, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.6.1. Основы теории волн. Понятие фронта волны, орбитальные скорости частиц воды. Виды волн.** (АЗ: 2, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.7.1. Установившееся глиссирование плоско-килеватой пластинки бесконечной ширины** (АЗ: 2, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.8.1. Формулировка гипотезы плоских сечений, ограничения по её применению. Применение гипотезы плоских сечений для расчета гидродинамических сил.** (АЗ: 2, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.9.1. Статическая и динамическая устойчивость глиссирования. . Характеристики устойчивости глиссирования. Границы устойчивости глиссирования.** (АЗ: 2, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.10.1. Физические основы расчетов нагрузок на днище лодки гидросамолета. Распределение гидродинамического давления по ширине днища лодки.** (АЗ: 2, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

**1.11.1. Перегрузки при ударе о воду, расчетные случаи нагружения. Местные гидродинамические нагрузки на днище лодки.** (АЗ: 2, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция, мастер-класс

### **3.4. Практические занятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Объем, часов</b>	<b>Тема практического занятия</b>	<b>Дидакт. единицы</b>
1	1.1. Требования, предъявляемые к гидросамолетам	2	Требования, предъявляемые к гидросамолетам. Классификация гидросамолетов. Основные гидростатические характеристики.	1
2	1.2. Гидростатика гидросамолета	2	Основные понятия гидростатики ЛА. Плавучесть гидросамолета.	1, 2

3	1.3.Понятие о глиссировании гидросамолета.	2	Поперечная и продольная остойчивость гидросамолета. Диаграмма поперечной остойчивости гидросамолета.	1, 3
4	1.3.Понятие о глиссировании гидросамолета.	2	Глиссирование гидросамолета. Классическая схема глиссирования.Режимы движения гидросамолета. Режим плавания, переходный режим, режим глиссирования.	2, 3, 4, 5
5	1.4.Моделирование движения гидросамолета.	2	Теоретический и экспериментальный методы исследования движения гидросамолета.	1, 6
6	1.5.Основы теории подобия.	2	Критерии подобия гидродинамических и аэродинамических явлений, критерий Рейнольдса, критерий Фруда.	7
7	1.6.Волновое движение воды	2	Основы теории волн. Понятие фронта волны, орбитальные скорости частиц воды. Виды волн.	1, 2, 3, 4, 8
8	1.7.Основы теории глиссирования.	2	Установившееся глиссирование плоско-килеватой пластинки бесконечной ширины	1, 9
9	1.8.Гипотеза плоских сечений.	2	Формулировка гипотезы плоских сечений, ограничения по её применению. Применение гипотезы плоских сечений для расчета гидродинамических сил.	10, 11, 12, 13
10	1.9.Устойчивость глиссирования.	2	Статическая и динамическая устойчивость глиссирования. . Характеристики устойчивости глиссирования. Границы устойчивости глиссирования.	14, 15
11	1.10.Нагружение гидросамолета при эксплуатации на воде.	2	Физические основы расчетов нагрузок на днище лодки гидросамолета. Распределение гидродинамического давления по ширине днища лодки.	16, 18
12	1.11.Нормы прочности и Авиационные правила для гидросамолетов	4	Перегрузки при ударе о воду, расчетные случаи нагружения. Местные гидродинамические нагрузки на днище лодки.	17, 18
<b>Итого:</b>		<b>26</b>		

### **3.5.Содержание практических занятий**

#### **1.1.1. Требования, предъявляемые к гидросамолетам. Классификация гидросамолетов. Основные гидростатические характеристики. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.2.1. Основные понятия гидростатики ЛА. Плавучесть гидросамолета. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.3.1. Поперечная и продольная остойчивость гидросамолета. Диаграмма поперечной остойчивости гидросамолета. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.3.2. Глиссирование гидросамолета. Классическая схема глиссирования.Режимы движения гидросамолета. Режим плавания, переходный режим, режим глиссирования. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.4.1. Теоретический и экспериментальный методы исследования движения гидросамолета. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.5.1. Критерии подобия гидродинамических и аэродинамических явлений, критерий Рейнольдса, критерий Фруда. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.6.1. Основы теории волн. Понятие фронта волны, орбитальные скорости частиц воды. Виды волн. (А3: 2, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.7.1. Установившееся глиссирование плоско-килеватой пластинки бесконечной ширины (А3: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.8.1. Формулировка гипотезы плоских сечений, ограничения по её применению. Применение гипотезы плоских сечений для расчета гидродинамических сил. (А3: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.9.1. Статическая и динамическая устойчивость глиссирования. . Характеристики устойчивости глиссирования. Границы устойчивости глиссирования. (А3: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.10.1. Физические основы расчетов нагрузок на днище лодки гидросамолета. Распределение гидродинамического давления по ширине днища лодки. (А3: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.11.1. Перегрузки при ударе о воду, расчетные случаи нагружения. Местные гидродинамические нагрузки на днище лодки. (А3: 4, СРС: 8)**

**Форма организации:** Практическое занятие

### **3.6. Промежуточная аттестация**

#### **1. Зачет с оценкой (10 семестр)**

Вопросы к зачету (10 семестр) приведены в прил. 2.1.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Раздел формируется на основании Положения о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденном приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г. (п. 5.4.1) и включает:

- 1) перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- 2) описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;



3) типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

4) методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**5.1 Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:**

<b>№</b>	<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>
1	ОПК-4	Готовность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в профессиональной деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)	Лекции, практические занятия
2	ОПК-5	Готовность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)	Лекции, практические занятия
3	ОПК-6	Готовность использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности при решении инженерных (проектных, проектно-конструкторских, конструкторско-технологических) задач с использованием методов теоретического и экспериментального исследования	Лекции, практические занятия

**5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания:**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также описание шкал оценивания, в соответствии с видом контроля успеваемости обучающегося, сформулировано в п.п. 7.3...7.5.3 Положения о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденном приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г.

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:**

Формы оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b><i>Текущий контроль успеваемости</i></b>			
1.	Текущее тестирование	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или модуля дисциплины, организованное в виде письменного либо автоматизированного выполнения заданий, содержащих теоретические вопросы либо практические задания (задачи). Рекомендуются для оценки знаний и умений студентов.	Комплект контрольных тестов, заданий (прил. 2.2)
2.	Практическое задание	Средство проверки умений применять полученные знания с использованием определенных методик для решения задач или заданий по учебному модулю или дисциплине в целом. Рекомендуются для оценки умений студентов.	Перечень практических заданий (раздел 3)
<b><i>Промежуточная аттестация</i></b>			
3.	Дифференц. Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по учебной дисциплине. Рекомендуются для оценки знаний, умений и владений студентов.	Комплект теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачету (прил. 2.1)

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

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в соответствии с видом контроля успеваемости обучающегося, могут быть выбраны из:

- п. 7.5 Положения о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденного приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г.

- п. 2 Положения о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения по дисциплине, утвержденного приказом ректора № 42 от 04.02.2014 г.

#### **6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. - М.: Наука, 1986
3. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. М.: ИФМЛ, 1963. -Т 1,2.
4. Черный Г.Г. Газовая динамика. - М.: Наука, 1988.
5. Краснов Н.Ф. Аэродинамика в вопросах и задачах. - М.: Высшая школа, 1985.
6. Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика.- М.: Машиностроение, 1981, 374 с.
7. Емцов Б.Т. Техническая гидродинамика.- М.: Машиностроение, 1973, 463 с.

8. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. -М.: Наука, 1969.
9. Мельников А.П. Курс газогидродинамики. ВИКА им. Можайского, 1968.
10. Мельников А.П. Аэродинамика больших скоростей. Военное издательство МО СССР, 1961.
11. Некрасов В.Б. Гидравлика и ее применение на ЛА. М: Машиностроение, 1967.
12. Сборник задач по машиностроительной гидравлике. М: Машиностроение, 1972.
13. Погорелов В.И. Газодинамические расчеты пневматических приводов. Л: Машиностроение, 1971.
14. Н.Ф. Краснов" Аэродинамика тел вращения", М, Машиностроение, 1964г.
15. Фабрикант Н. Я., Аэродинамика, М., 1964; Аржаников Н. С., Мальцев В. Н., Аэродинамика, М., 1952; Аржаников Н. С., Садекова Г. С., Аэродинамика больших скоростей, М., 1965.
16. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. - 672с.
17. Степчиков А.А. Задачник по гидрогазовой динамике. М.: Машиностроение, 1980. - 182с.
18. Аэродинамика летательных аппаратов. Термины, определения и буквенные обозначения. ГОСТ 23281-78.

б)дополнительная литература:

1. Двигатели газотурбинные авиационные. Термины и определения. ГОСТ 23851-79.
2. Газодинамика. Буквенные обозначения основных величин. ГОСТ 23199-78.
3. Гидромеханика. Терминология. Буквенные обозначения величин. М.: Наука, 1990-36с.
4. Сборник задач и упражнение по газовой динамике /Под ред. В.С. Бекнева/ - М.: Машиностроение, 1992.-270с.
5. Самарский А.А. Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М.: Наука, 1992. – 424с.
6. Кудинов В.А. Гидравлика : учеб. пособие: доп. Мин. обр. РФ / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, 2006. - 176 с.
7. Касилов В.Ф.. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков: справочное издание / В.Ф. Касилов, 2000. - 270 с.
8. Яворский Б.М.. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф, А. К. Лебедев, 2007. - 1055 с.
9. Справочник по физике. Формулы, таблицы, схемы / под ред. Х. Штекера; пер. с нем. Т. Н. Зазаевой, 2009. - 1264 с.
10. Справочник по гидравлике / под ред. В. А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1984. - 343 с.
11. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев, 2008. - 350 с.
- Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / под общ. ред. Б. Б. Некрасова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Минск: Вышэйш. шк., 1985. - 384 с.
12. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик; ред. А. И. Костиенко, С. Ш. Кивилис, В. И. Скурлатов, 1963. - 708с.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

№№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ)	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>

№№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
2	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ ЭБС «Легендарные книги» ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
3	Электронная библиотечная система «Лань» ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
4	Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ООО «Научно-издательского центра ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
5	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО «РУНЭБ»	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6	Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
7	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
8	Система проверки на заимствования «РУКОНТ» ООО «Национальный цифровой ресурс «Руконт»	<a href="http://text.rucont.ru">http://text.rucont.ru</a>
9	НП НЭИКОН Некоммерческое партнерство «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
10	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
11	Международная система цитирования Web Of Science Правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
12	Международная система цитирования Scopus Издательство Elsevier, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

## 8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение дисциплине проводится в форме аудиторных (лекции, практические занятия) и самостоятельных занятий. Цель аудиторных занятий – дать систематические знания по дисциплине и закрепить их с помощью и под контролем преподавателя во время практических занятий и лабораторных работ. Цель самостоятельной работы – получить более глубокие знания в ходе изучения литературы и других материалов по дисциплине, при выполнении домашних заданий и в процессе подготовки и оформления лабораторных работ.

**Лекции.** Опыт показывает, что студенты, слабо посещающие лекции, гораздо хуже разбираются в материале, испытывают затруднения при необходимости применить лекционный материал на практике, а на подготовку к экзаменам тратят гораздо больше времени. Следовательно, посещать лекции – в интересах студентов. Во время лекций полезно вести краткий конспект: во-первых, в работу включается моторная память, во-вторых, конспект даёт возможность быстро освежить материал, в-третьих, навык выбора и фиксации наиболее важных элементов лекции полезен, если профессия студента будет связана с созданием программных систем.

Лекция знакомит студента с новым учебным материалом, структурирует его представление о предмете, тем самым давая возможность эффективнее обогащать свои знания при самостоятельной работе. Лектор получает возможность поделиться опытом работы, который нередко невозможно получить другим путём: далеко не всё, что знает специалист, можно найти в литературе.

**Практические занятия.** Работа на практических занятиях проводится в достаточно свободной обстановке, когда студенты имеют возможность выбирать разные пути решения задачи. Прежде чем воспользоваться помощью преподавателя, студенты обсуждают задачу между собой, используя при этом имеющийся теоретический материал. Нужно иметь в виду, что, пропуская занятия, студент ставит себя в сложное положение, вплоть до срыва сессии.

**Подготовка к лекции.** В силу специфики дисциплины темы лекций редко бывают изолированными или короткими, объёмом в одно занятие. Обычно текущая лекция в значительной мере опирается на предыдущий материал, особенно на последнюю лекцию. Так что знакомство с ней даст возможность гораздо эффективнее работать на занятиях.

**Подготовка к практическим занятиям.** На практических занятиях от студента требуется активная работа, которая без подготовки практически невозможна. Нужно, помимо знакомства с теоретическим материалом, выполнить работы, заданные на дом, уточнить методы решения рассматриваемых задач.

**Подготовка к зачётам и экзаменам.** Если студент в течение семестра посещал лекции, работал на практических занятиях, правильно готовился к занятиям дома, зачёт или экзамен становится для него технической процедурой, в ходе которой он сможет показать свой уровень. В противном случае ему придётся поработать достаточно серьёзно. Допуск к экзаменам получают лишь те студенты, которые полностью выполнили все задания. Поэтому, если нет уверенности, что все задания будут сданы в срок, лучше обратить на это внимание заранее.

#### **Методические рекомендации к заданиям**

При выполнении заданий необходимо определить: какими методами они решаются наиболее рациональным способом, просмотреть не только теоретический материал, но как решались аналогичные задания в ходе аудиторных занятий.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации. Для осуществления образовательного процесса по дисциплине применяются:

*Интернет-ресурсы:*

<http://www.kbkha.ru/> - Конструкторское бюро химической автоматики (КБХА)

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения чтения лекций используется:

- аудитория, укомплектованная учебной мебелью, доской с мелом (маркером) .

Для проведения практических (лабораторных) занятий используется:

- аудитория, укомплектованная учебной мебелью, доской с мелом (маркером) .

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина Гидродинамика является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.05.03 Испытание летательных аппаратов. Дисциплина реализуется на «Взлет» факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) A11.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-4 ,ОПК-5 ,ОПК-6.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: общими вопросами и методами расчета гидродинамических характеристик различных видов гидросамолетов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, мастер-класс, Практическое занятие.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (10 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 часов), практические (26 часов), лабораторные (0 часов) занятия и (130 часов) самостоятельной работы студента.

**Приложение 2.1.**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Гидрогазоаэродинамика»**

**Вопросы к зачету**

1. Механика жидкости и газа и ее место среди естественных и технических наук. Исторический обзор достижений гидрогазодинамики. Основные понятия гидрогазодинамики.
2. Классификация жидкостей и газов. Гипотеза сплошности.
3. Гидромеханическое представление о жидкостях как о сплошной, легкоподвижной и плохо сжимаемой среде.
4. Газ как сжимаемая жидкость.
5. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для капельных жидкостей и газов.
6. Жидкости однородные и неоднородные.
7. Вязкость жидкостей. Вязкость газов. Закон вязкостного трения Ньютона.
8. Коэффициенты и единицы измерения вязкости. Зависимость вязкости от температуры и давления.
9. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные.
10. Условия равновесия жидкого объема.
11. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера и его интегрирование для случаев сжимаемой и несжимаемой жидкостей.
12. Основная формула гидростатики и барометрическая формула.
13. Гидростатическое давление. Закон Паскаля.
14. Способы измерения давления. Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.
15. Центр давления. Сила Архимеда. Плавание тел.
16. Общий характер движения жидких частиц по данным наблюдений. Местная скорость.
17. Установившееся и неустановившееся движение. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
18. Пульсация скорости в турбулентном потоке. Осреднение скорости по времени и по пространству.
19. Методы Эйлера и Лагранжа описания движения жидкости.
20. Поле скоростей, линии и трубки тока.
21. Уравнение сплошности течения в гидравлической и дифференциальной формах. Ускорение жидкой частицы в переменных Эйлера.
22. Анализ составляющих движения жидкой частицы. Теорема Коши - Гельмгольца.
23. Вихревое движение и основные характеристики поля вихрей. Вихревая линия и вихревая трубка. Свойства вихревых трубок.
24. Понятие о циркуляции. Потенциальное течение жидкостей и газов.
25. Понятие о потенциале скорости и его свойства. Суперпозиция потенциальных течений.
26. Функция тока, ее гидродинамический смысл. Условие Коши - Римана. Комплексный потенциал.
27. Примеры плоских потенциальных течений. Обтекание круглого цилиндра.
28. Теорема Жуковского о подъемной силе. Аэродинамические коэффициенты профиля.

29. Динамика сплошной среды. Уравнение неразрывности.
30. Распределение сил в сплошной среде. Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений.
31. Закон изменения количества движения и уравнение динамики сплошной среды в напряжениях.
32. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера. Переход к форме Громеки-Лэмба. Интегралы этих уравнений.
33. Уравнение Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости.
34. Уравнение Сен - Венана для изотермического и адиабатического течения идеального га-за.
35. Общая форма уравнения энергии для установившегося движения сжимаемой жидкости.
36. Общая форма уравнения количества движения жидкого объема.
37. Вязкая жидкость. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоро-стями деформации.
38. Уравнения Навье - Стокса.
39. Уравнение Бернулли для струйки вязкой жидкости.
40. Турбулентное движение и общие уравнения осредненного установившегося турбу-лентного потока (уравнения Рейнольдса).
41. Основные гипотезы о турбулентных напряжениях. Понятие о подобии гидромеханиче-ских процессов.
42. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений. По-нятие об автомодельности.
43. Строение атмосферы. Стандартная атмосфера. Уравнения состояния газа.
44. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость. Теплосодержание.
45. Второй закон термодинамики. Энтропия. Изоэнтропические формулы.
46. Скорость распространения малых возмущений в газе (скорость звука).
47. Уравнение баланса энергии. Число М.
48. Температура торможения. Основные соотношения для одномерного, установившегося, изоэнтропического течения невязкого газа.
49. Связь между скоростью течения газа и формой его струи.
50. Случаи течения газа в сопле Лавалья.
51. Распространение малых возмущений в движущемся потоке газа.
52. Понятие скачка уплотнения. Основные закономерности для расчёта прямого скачка уплотнения.
53. Связь между скоростями до и после прямого скачка с критической скоростью. Формула Прандтля.
54. Сравнение сжатия в прямом скачке уплотнения с изоэнтропическим сжатием. Давление в критической точке за прямым скачком уплотнения.
55. Основные закономерности для расчёта косо-го скачка уплотнения.
56. Особенности косо-го скачка по сравнению с прямым. Ударная поляра.
57. Математические модели вязких жидкостей и газов.
58. Пограничный слой, вихревой след. Модели, учитывающие вязкость жидкостей.
59. Полная модель движения вязкой, сжимаемой жидкости. Уравнение баланса энергии.
60. Крыловой профиль и его геометрические характеристики.
61. Силы, действующие на профиль при его обтекании потоком воздуха.
62. Аэродинамические характеристики профиля крыла, руля управления. ЛА.



63. Зависимость аэродинамических характеристик от геометрических.
64. Центр давления профиля. Устойчивые и неустойчивые профили.
65. Аэродинамические силы, действующие на ЛА при плоском и пространственном движении. Критическое число  $M$  летательного аппарата.
66. Зависимость аэродинамических характеристик крыла от числа  $M$  в докритической и за-критической областях обтекания ЛА.