

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета авиационной и морской  
техники  
О.А. Красильникова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Аэродинамика самолета»**

Направление подготовки	24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»
Направленность (профиль) образовательной программы	«Самолетостроение»

Обеспечивающее подразделение
Кафедра «Авиастроение»

Комсомольск-на-Амуре 2024

Разработчик рабочей программы:

Профессор кафедры «Авиастроение», доцент, доктор физико-математических наук

Бормотин К.С

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
«Авиастроение»

Марьин С.Б.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Аэродинамика самолета» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 877 от 04.08.2020, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Самолетостроение» по направлению 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение.

Задачи дисциплины	<p>Формирование у студентов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаний фундаментальных законов движения жидкостей и газов, механизмами и законами силового взаимодействия воздуха и находящегося в нем летательного аппарата и его частей</li> <li>- знаний аэродинамических характеристик применительно к задачам решаемым при проектировании и создании летательного аппарата.</li> <li>- умений производить измерения основных аэродинамических характеристик летательных аппаратов;</li> <li>- приобретения умений по расчету аэродинамических характеристик самолета.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Раздел 1.</b> Аэродинамика самолета в полетной конфигурации.  <b>Раздел 2.</b> Аэродинамика самолета во взлетно-посадочной конфигурации.  <b>Раздел 3.</b> Критические режимы обтекания самолета.  <b>Раздел 4.</b> Аэродинамические характеристики самолета при неустановившемся движении.  <b>Раздел 5.</b> Основы аэродинамики гиперзвуковых скоростей.  <b>Раздел 6.</b> Особенности аэродинамической компоновки и характеристик современных в перспективных самолетов.</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Аэродинамика самолета» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ПК-1 Способен к проектированию и конструированию авиационной техники	<p>ПК-1.1 Знает особенности проектирования и конструирования авиационной техники.</p> <p>ПК-1.2 Умеет проводить инженерный анализ и давать сравнительную оценку существующих и перспективных конструктивных решений.</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками проектирования конструкций, отвечающих требованиям технологии опытного и серийного производства, на основе результатов расчета характеристик авиационной</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные методы расчета параметров течений газов и жидкостей и аэродинамических характеристик различных объектов;</li> <li>- знать зависимость аэродинамических характеристик различных тел от их формы, режимов и условий обтекания, других факторов;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь использовать аналитические, численные и прибли-</li> </ul>

	техники и ее агрегатов.	женные методы расчета параметров течений газов и жидкостей, а также аэродинамических характеристик объектов различных типов; - уметь анализировать влияния формы тел, режимов и условий их обтекания на аэродинамические характеристики тел; <i>Владеть:</i> - владеть методами и критериями оптимизации аэродинамической компоновки летательных аппаратов различного назначения
--	-------------------------	---

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / Самолето- и вертолетостроение / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Аэродинамика самолета» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий.

Практическая подготовка реализуется на основе профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 753н (рег. № 65913 от 19.11.2021 года). Обобщенная трудовая функция: D. Проведение проектировочных расчетов и формирование облика АТ

### 4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

#### 4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Аэродинамика самолета» изучается на «3» курсе в «5» семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 16 ч., промежуточная аттестация в форме зачета, самостоятельная работа обучающихся 56 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Аэродинамика самолета в полетной конфигурации</b>						
<p><b>Тема 1.</b> Аэродинамические силы компоновки ЛА.  <i>Схемы аэродинамической компоновки самолета. Интерференция частей самолета: крыла (оперения) и фюзеляжа; двух несущих поверхностей (крыло - оперение, оперение - крыло), расположенных друг за другом. Коэффициенты аэродинамической подъемной силы и лобового сопротивления, поляры, аэродинамическое качество самолета с отклоненными органами управления без них. Аэродинамическая боковая сила. Коэффициент аэродинамической боковой силы.</i></p>		1			6	
<p><b>Тема 2.</b> Продольная устойчивость и управляемость, продольная балансировка.  <i>Понятие устойчивости и управляемости. Аэродинамические характеристики, определяющие продольную статистическую устойчивость и управляемость. Аэродинамический момент тангажа. Центр давления и фокус по углу атаки. Расчет положения фокуса по углу атаки (крыла (оперения), фюзеляжа, самолета) и коэффициента аэродинамического момента тангажа самолета и его частей. Влияние отклонения органов управления на момент тангажа самолета. Понятие о балансировке самолета. Продольная балансировка. Влияние балансировки самолета различной аэродинамической схемы на аэродинамическую подъемную силу и лобовое сопротивление. Балансировочная поляра.</i></p>		2			6	
<p><b>Тема 3.</b> Поперечная устойчивость</p>		2			6	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
и управляемость. <i>Аэродинамические моменты рыскания и крена. Коэффициенты аэродинамических моментов рыскания и крена. Аэродинамические характеристики, определяющие боковую статическую устойчивость и управляемость</i>						
<b>Раздел 2. Аэродинамика самолета во взлетно-посадочной конфигурации</b>						
<b>Тема 1.</b> Аэродинамика самолета во взлетно-посадочной конфигурации. <i>Проблемы взлета и посадки. Аэродинамические характеристики самолета при отклоненной механизации. Поляры, аэродинамическое качество. Влияние близости земли на аэродинамические характеристики: особенности обтекания, коэффициенты аэродинамической подъемной силы, лобового сопротивления момента тангажа.</i>		2				6
<b>Раздел 3. Критические режимы обтекания самолета</b>						
<b>Тема 1.</b> Критические режимы обтекания самолета. <i>Особенности обтекания самолета на больших околокритических углах атаки, физическая картина срыва потока. Влияние геометрических параметров крыла на характер срывных течений. Тряска, сваливание самолета. Допустимый коэффициент аэродинамической подъемной силы. Авторотация крыла. Механизация крыла, предназначенная для предотвращения срыва потока.</i>		2				6
<b>Раздел 4. Аэродинамические характеристики самолета при неустановившемся движении</b>						
<b>Тема 1.</b> Аэродинамические характеристики самолета при неустановившемся движении. <i>Демпфирующие моменты тан-</i>		2				6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>гажа и крена. Условие продольного демпфирования самолета. Запасывание угла сноса потока. Особенности нестационарных аэродинамических характеристик при больших углах атаки. Динамический срыв. Потеря гидродинамического демпфирования. Аэродинамический гистерезис.</i>						
<b>Раздел 5. Основы аэродинамики гиперзвуковых скоростей</b>						
<b>Тема 1.</b> Особенности гиперзвуковых течений. Ударная теория Ньютона.		2				7
<b>Тема 2.</b> Особенности пограничного слоя в гиперзвуковом потоке. Тепловые явления на гиперзвуке, Кинетический нагрев.		2				7
<b>Раздел 6. Особенности аэродинамической компоновки и характеристик современных в перспективных самолетов</b>						
<b>Тема 1.</b> Особенности аэродинамической компоновки и характеристик современных в перспективных самолетов. <i>Использование в аэродинамических компоновках крыльев изменяемой геометрии и сложной формы с наплывом. Применение аэродинамических схем «утка», с тремя несущими поверхностями, с пониженным или отрицательным запасом продольной устойчивости. Непосредственное управление подъемной и боковой силами. Создание суперциркуляции на крыле со струйным обдувом. Управление отрывом потока. Особенности аэродинамической компоновки самолета больших сверхзвуковых скоростей</i>		1				6
<b>Зачет</b>	-	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>0</b>	<b>16</b> в том числе в	<b>0</b>	0	0	56

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
		форме практической подготовки: 16				

\* реализуется в форме практической подготовки

## 5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / Самолето- и вертолетостроение / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

### 6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

### **6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / Самолето- и вертолетостроение / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Название сайта	Электронный адрес
Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>
Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science	<a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>
База данных международных индексов научного цитирования Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
Электронная платформа для доступа к регулярно обновляемым базам данных по материаловедению издательства Springer	<a href="https://materials.springer.com">https://materials.springer.com</a>
Сетевая электронная библиотека (СЭБ) технических вузов на платформе ЭБС "Лань" (Ссылка на издания по авиационной и ракетно-космической технике)	<a href="https://e.lanbook.com/books/18167">https://e.lanbook.com/books/18167</a>
Издания Самарского государственного университета.	<a href="http://repo.ssau.ru/handle/01-Uchebnye-materialy/79?subject_page=1">http://repo.ssau.ru/handle/01-Uchebnye-materialy/79?subject_page=1</a>

## **7 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

## **7.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **7.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **7.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## **7.5 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет* / *Образование* / *Самолето- и вертолетостроение* / *Рабочий учебный план* / *Реестр ПО*.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:  
<https://knastu.ru/page/1928>

## **8.2 Учебно-лабораторное оборудование**

При реализации дисциплины «Аэродинамика самолета» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, указанное в договорах о практической подготовке или договорах о сетевом взаимодействии.

Перечень учебно-лабораторного оборудования приведен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / Наш университет / Образование / Самолето- и вертолетостроение / Справка МТО и включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, помещения для самостоятельной работы, помещения хранения оборудования и т.д.

## **8.3 Технические и электронные средства обучения**

### **Лекционные занятия.**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

### **Практические занятия.**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

## **9 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.