

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Самолетостроения и эксплуатации авиационной техники»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 28 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ»

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Распопина Вера Борисовна Дата подписания: 05.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Бобарика Игорь Олегович Дата подписания: 19.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Распопина Вера Борисовна Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Прочность конструкций» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	ОПК-5.5
ПК-3 Способность и готовность к проведению проектировочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемой авиационной техники	ПК-3.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.8	Проводит проектировочные расчёты элементов авиационных конструкций, опираясь на критериальный подход, в основе которого лежат прочностные расчёты конструктивно-силовых схем проектируемого объекта	Знать основные физические явления и законы механики, прочности конструкций летательных аппаратов; способы и методы расчета напряжений и деформаций при простых и сложных видах нагружения Уметь применять основные физические законы, методы расчета прочности конструкций при решении проблем профессиональной деятельности; применять соответствующие знания при решении проблем моделирования напряжённо-деформированного отклика элемента конструкции Владеть навыками решения сложных инженерных задач, опираясь на основы теории расчёта элементов конструкции самолёта
ОПК-5.5	Проводит проектировочные расчёты элементов авиационных конструкций, опираясь на критериальный подход, в основе которого лежат прочностные расчёты конструктивно-силовых схем проектируемого объекта	Знать основы анализа прочности и жёсткости агрегатов и узлов самолета; особенности расчета различных конструктивно-силовых схем современных самолетов; особенности нагружения и расчета на прочность агрегатов в зонах их взаимного сопряжения Уметь определять значения

		параметров напряжённо деформированного состояния элементов конструкции самолёта Владеть навыками расчета параметров напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции самолёта; применять вычислительную технику и современные программные средства при решении задач инженерного анализа
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Прочность конструкций» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Детали механизмов и машин», «Динамика полета самолета», «Инженерная графика», «Конструкторское и технологическое проектирование», «Конструкция самолета (вертолета)», «Материаловедение», «Соппротивление материалов», «Теоретическая механика», «Строительная механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологических процессов», «Конструирование самолетов», «Проектная деятельность», «Проектирование самолетов», «Производственная практика: конструкторская практика», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№	Наименование	Виды контактной работы	СРС	Форма
---	--------------	------------------------	-----	-------

п/п	раздела и темы дисциплины	Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				текущего контроля
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Общие сведения и понятия	1	2			1	2			Решение задач, Письменный опрос
2	Действие нагрузок на самолёт	2, 3	6			2, 3	6	2, 3	4	Письменный опрос, Решение задач, Устный опрос
3	Крыло самолёта	4, 5, 6, 7, 8, 9	12			4, 5, 6, 7, 8	16	1, 2, 3	34	Решение задач, Письменный опрос, Устный опрос
4	Фюзеляж самолёта	10, 11, 12	6			9, 10	4	2, 3	4	Решение задач, Письменный опрос, Устный опрос
5	Колебания и аэроупругость конструкции самолёта	14	2			11	2	2	1	Решение задач, Устный опрос
5	Оперение	13	2					2	1	Устный опрос
7	Итог курса	15	2			12	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		32				32		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие сведения и понятия	Основные задачи курса. Общие понятия и определения. Агрегаты самолёта. Классификация самолётов. Требования к конструкции самолёта. Авиационные материалы. Жизненный цикл самолёта.
2	Действие нагрузок на самолёт	Классификация нагрузок, действующих на самолёт. Силы, действующие на самолёт в полёте, их схематизация. Полная перегрузка. Требование прочности. Требование жёсткости.
3	Крыло самолёта	Общие сведения. Внешняя геометрия крыла. Конструкция крыла. Схематизация нагрузок, действующих на крыло в полёте. Основные положения и допущения для формирования расчётной схемы крыла. Балочная теория. Усилия

		в сечениях крыла. Конструктивно-силовые схемы крыльев, их типы. Работа силовых элементов нагруженного крыла. Основы метода редуционных коэффициентов. Средства механизации крыла.
4	Фюзеляж самолёта	Общие сведения. Силы, действующие на фюзеляж. Конструктивно-силовые схемы фюзеляжа. Конструкция и работа основных элементов фюзеляжа. Основы расчёта на прочность стрингерного фюзеляжа.
5	Колебания и аэроупругость конструкции самолёта	Виды колебаний элементов конструкции самолёта. Акустические вибрации. Бафтинг. Флаттер. Перекручивание и дивергенция крыла. Реверс. Основы расчёта на выносливость.
5	Оперение	Назначение оперения. Требования, предъявляемые к нему. Внешняя геометрия оперения. Нагрузки, действующие на оперение. Конструктивно-силовые схемы оперения. Типовые расчётные схемы элементов. Прочностные расчёты.
7	Итог курса	Системный анализ изученных тем курса

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Введение. Входной контроль	2
2	Определение нормальной перегрузки	2
3	Расчёт конструкции по предельным состояниям	4
4	Типовые расчётные схемы для анализа прочности крыла. Методики их расчёта	4
5	Усилия в сечениях крыла. Основы проектировочного расчёта крыла	2
6	Анализ параметров напряжённо-деформированного состояния панельной конструкции	4
7	Основы проверочного расчёта конструкции крыла	2
8	Определение потока касательных сил в сечениях оболочек с открытым и замкнутым контурами	4
9	Анализ параметров напряжённо-деформированного состояния элементов обшивки	2
10	Основы расчёта на прочность стрингерного фюзеляжа	2
11	Упругие колебания	2

12	Подведение итога изучения курса	2
----	---------------------------------	---

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	28
2	Проработка разделов теоретического материала	10
3	Решение специальных задач	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1868>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1868>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1868>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Обучающимся выдаются задания для оперативного письменного опроса за 15 минут до завершения лекционного занятия. Объясняется, какие знания контролируются в данном опросе, обозначается время выполнения и критерии оценивания. Задание содержит один - два вопроса, рассчитанных на 10 минут написания ответа. По истечении назначенного времени ответы собираются. Результат проверки озвучивается на следующем лекционном занятии с кратким анализом и рекомендациями улучшения результатов.

Критерии оценивания.

Правильность и полнота ответа, сознательность, логичность и связанность изложения материала.

6.1.2 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится в форме беседы с обучающимися, где вопросы охватывают пройденный материал. Цель — учесть индивидуальные особенности усвоения знаний обучающегося. Вопросы задаются всей группе, после небольшой паузы начинается беседа о решении поставленного вопроса. Для углубления и расширения знаний возможны вопросы исследовательского характера. По завершении опроса производится анализ ответов с оценением их качества и индивидуальными рекомендациями.

Критерии оценивания.

При оценке ответа учитывается: правильность и полнота ответа; обоснованность и логичность изложения материала; культура речи; умение увязывать теоретические положения с практикой

6.1.3 семестр 8 | Решение задач

Описание процедуры.

Процедура включает в себя решение типовых задач практической составляющей курса, которые предназначены для демонстрации понимания теоретического материала и способности его системного анализа с последующим применением для решения инженерной задачи. Для успешного решения задачи обучающиеся изучают материал лекционного занятия теоретической части курса по теме задачи. Восстанавливают в памяти материал по темам, сопутствующим рассматриваемой теме. Обучающиеся получают задание для выполнения конкретных задач, содержащее исходные данные и поэтапную конкретику действий, обуславливающих решение задачи. Обучающиеся, демонстрирующие уровень подготовки значительно выше среднего и стремящиеся к углублённому изучению материала, получают задание, предполагающее не только воспроизведение известного ему типового способа действий, но и трансформацию типовых шагов решения в уникальный способ решения задачи. Источником для изучения соответствующего материала могут быть конспекты лекций, материалы практических занятий, учебная литература, относящаяся как к категории основной учебной литературы, так и к дополнительной учебной и справочной литературе

Критерии оценивания.

Обучающийся способен выделить основные физические процессы, их последовательность и причинно-следственные связи. Способен построить алгоритм расчёта, сформировать корректную математическую модель. Оценивается текстовое и графическое представление задачи, корректная запись формул и уравнений, умение комбинировать и преобразовывать выражения для получения нужных данных. Дополнительный критерий, улучшающий качество решения задачи - это учёт дополнительных особенностей или условий для механической системы, не заложенных в стандартное решение; развёрнутый анализ полученного результата.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
----------------------------------	---------------------	---

ПК-3.8	Знает и понимает теоретические основы анализа напряжённо-деформированного состояния элементов. Последовательно, стройно и рассудительно излагает теоретическую составляющую. Устное собеседование по теоретическим вопросам. Выполнение конструкции самолёта, основы методов расчета типовых расчётных схем объектов анализа при разных видах нагружения; может сделать выводы относительно прочностной надёжности объекта анализа на основе выполненных расчётов	Устное собеседование по теоретическим вопросам. Выполнение практического задания
ОПК-5.5	Знает и понимает теоретические основы анализа напряжённо-деформированного состояния элементов. Последовательно, стройно и рассудительно излагает теоретическую составляющую. Устное собеседование по теоретическим вопросам. Выполнение конструкции самолёта, основы методов расчета типовых расчётных схем объектов анализа при разных видах нагружения; может сделать выводы относительно прочностной надёжности объекта анализа на основе выполненных расчётов	Устное собеседование по теоретическим вопросам. Выполнение практического задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Промежуточная аттестация осуществляется в виде экзамена. Экзаменационные билеты содержат вопросы, охватывающие материал всей теоретической части курса. Дополнительно к экзаменационному билету прилагаются задания, охватывающие практическую составляющую материала всей практической части курса. Во время экзамена студент вытягивает один билет. К билету прилагается практическое задание. Далее обучающемуся дается время на подготовку, не более 45 минут. В ходе подготовки ответы на теоретическую и практическую части экзамена фиксируются обучающимся в письменной форме. Следующим этапом процедуры экзамена является беседа с преподавателем, в ходе которой обучающийся, опираясь на материалы подготовительного этапа, излагает ответы на вопросы и демонстрируют выполнение практического задания. Преподаватель вправе задавать уточняющие, наводящие и дополнительные вопросы в рамках изученного курса, ставить дополнительные микро задачи в практической

составляющей ответа. Возможны дополнительные вопросы по сопутствующим темам в случае необходимости.

Пример задания:

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

- 1 Типы воздушных судов.
- 2 Основные требования, предъявляемые к воздушным судам.
- 3 Классификация самолетов по назначению
- 4 Схемы самолетов по количеству и расположению крыльев.
- 5 Классификация сил, действующих на самолет в условиях эксплуатации.
- 6 Системы координат, используемые при изучении перегрузок в центре масс воздушных судов.
- 7 Основные внешние (поверхностные) силы, действующие на самолет.
- 8 Понятие перегрузки, ее физическая сущность.
- 10 Полетные случаи нагружения. Вид задания расчетных случаев в нормах прочности.
- 11 Основные понятия об Авиационных правилах и нормах прочности.
- 12 Коэффициент безопасности. Из каких соображений выбирается его значение?
- 13 Испытания воздушного судна.
- 14 Статические испытания воздушных судов.
- 15 Форма крыла в виде спереди
- 16 Основные формы профиля крыла. Параметры, характеризующие профиль крыла.
- 17 Параметры, характеризующие форму крыла в плане.
- 18 Классификация крыльев по конструктивно-силовой схеме.
- 19 Центр жесткости крыла и его экспериментальное определение.
- 20 Определение положения центра жесткости сечения крыла при выполнении проектировочных расчетов, когда жесткость лонжеронов не известна.
- 21 Нагрузки на крыло в полете. Воздушная нагрузка. Массовая нагрузка. Массовые нагрузки от агрегатов, расположенных на крыле.
- 22 Распределение аэродинамической нагрузки по размаху крыла.
- 23 Построение эпюр усилий, действующих в сечениях крыла.
- 24 Схемы нагружения, уравнивания и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов нормальной нервюры.
- 25 Нагружение и уравнивание стенки и поясов лонжерона.
- 26 Нагружение силовых элементов крыла. Определение напряжений.
- 27 Лонжероны: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 28 Стрингеры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 29 Нервюры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 30 Обшивка крыла: назначение, типы, соединения листов обшивки.
- 31 Работа силовых элементов однолонжеронного крыла. Работа силовых элементов двухлонжеронного крыла.
- 32 Работа силовых элементов кессонного крыла от изгибающего момента.
- 33 Работа силовых элементов моноблочного крыла от изгибающего момента.
- 34 Работа силовых элементов моноблочного крыла от поперечной силы и крутящего момента.
- 35 Назначение элеронов и требования к ним. Параметры элерона.
- 36 Силы, действующие на отклоненные элероны. Способы парирования момента рысканья отклоненных элеронов. Весовая балансировка элеронов. Внутренняя аэродинамическая компенсация элеронов.

- 37 Проектировочный расчет простого щитка. Построение эпюр для выдвижного щитка.
- 38 Расчет на прочность закрылков.
- 39 Свободные (собственные) колебания несущей поверхности. Вынужденные колебания в авиационных конструкциях и способы их уменьшения. Виброизоляторы - гасители вибраций.
- 40 Бафтинг. Скоростной и нескоростной бафтинг. Способы устранения источников его возбуждения.
- 41 Изгибно-элеронный флаттер крыла. Факторы, влияющие на изгибно-элеронный флаттер, и меры его предотвращения.
- 42 Основные формы флаттера оперения. Изгибно-крутильный флаттер. Влияние отдельных параметров на критическую скорость изгибнокрутильного флаттера.
- 43 Реверс элеронов. Влияние отдельных параметров на критическую скорость реверса элеронов и пути повышения критической скорости реверса элеронов.
- 44 Дивергенция несущих поверхностей. Влияние отдельных параметров на критическую скорость дивергенции несущих поверхностей и пути повышения критической скорости.
- 45 Назначение фюзеляжа и требования к нему. Внешние формы фюзеляжа.
- 46 Нагрузки, действующие на фюзеляж, расчетно-силовая схема фюзеляжа, эпюры расчетной поперечной силы и расчетного изгибающего момента при полете в турбулентной атмосфере.
- 47 Конструктивно-силовые схемы фюзеляжей. Сравнительная характеристика различных типов балочных фюзеляжей. Ферменно-балочные фюзеляжи.
- 48 Проектировочный расчет (подбор элементов) лонжеронного фюзеляжа. Проектировочный расчет (подбор элементов) стрингерного фюзеляжа. Проектировочный расчет (подбор элементов) бесстрингерного фюзеляжа.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Способен последовательно, стройно и рассудительно излагать теоретическую составляющую курса, владеет глубокими познаниями основ и принципов определения и анализа параметров напряжённосостояния типовых конструктивных элементов ЛА; способен своевременно предлагать	Способен излагать теоретическую составляющую курса, владеет познаниями основ и принципов определения и анализа параметров напряжённосостояния типовых конструктивных элементов ЛА; способен предлагать ориентированные на теоретический материал подходы к решению поставленных задач; решает	Владеет познаниями основ и принципов определения и анализа параметров напряжённосостояния типовых конструктивных элементов ЛА; способен определить направление решения поставленных задач	Не способен корректно сформулировать ответ на вопросы билета.

обоснованные, системные, ориентированные на теоретический материал подходы к решению поставленных задач; успешно решает поставленные задачи; успешно демонстрирует способность к творческому мышлению.	поставленные задачи; демонстрирует способность к творческому мышлению		
--	---	--	--

6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовая работа предполагает работу нескольких видов. Вид работы определяется этапом работы. На этапе анализа исходных данных важно корректно аккумулировать и систематизировать теоретические и практические знания, умения и навыки, приобретённые на предыдущих этапах освоения образовательного вектора прочности. Этот этап предполагает работу с конспектом лекций, с материалом практических занятий, с учебной литературой, с методическими указаниями к выполнению курсовой работы. Результатом этой работы является успешное выполнение курсовой работы.

Пояснительная записка курсовой работы должна содержать анализ, расчёты и выводы, основанные на соответствующих теоретических знаниях и практических умениях анализа прочности исследуемого конструктивного элемента, обусловленными конкретикой задания. Самостоятельная проработка отдельных разделов теоретического курса обусловлена тем, что часть материала либо не охвачена аудиторными занятиями, либо требует более глубокого погружения в материал, невозможного в рамках аудиторных занятий. Реализация данного вида самостоятельной работы осуществляется посредством работы с опорными конспектами, с учебной и специальной технической литературой по соответствующим темам. Результатом данной работы является способность обучающегося отвечать на вопросы, которые предлагаются ему в ходе опроса при защите курсовой работы.

Пример задания:

Пользуясь данными, полученными при выполнении курсовой работы, определить значение продольной силы в верхнем поясе первого лонжерона рассматриваемого сечения

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Содержатся элементы	Проект выполнен на хорошем	Правильно освещены основные	В проекте содержатся отдельные ошибочные

творчества, дается сравнительная характеристика рассматриваемых теоретических положений и глубокий системный анализ фактического материала, делаются самостоятельные выводы. Работа оформлена в полном соответствии с требованиями. Все расчеты выполнены верно, без ошибок. На защите студент показал полное знание материала курсового проекта и дал аргументированные ответы на поставленные вопросы.	теоретическом уровне, достаточно полно освещаются вопросы темы. Анализ литературных источников выполнен, однако выводы не носят глубокий и всесторонний характер. Имеются некоторые нарушения в оформлении курсового проекта. Имеются незначительные ошибки в расчетах. На защите студент показал знание материала проведенных исследований. При ответах на ряд дополнительных вопросов аргументация была недостаточной	вопросы темы, но не проявилось умение логически стройно и самостоятельно излагать источники. Ошибки в расчетах имеются, но не влияют на окончательный результат. Имеется ряд нарушений требований в оформлении работы. Имеют место существенные стилистические и грамматические ошибки. Выводы по разделам и параграфам носят описательный характер и не отражают результатов проведенного анализа. На ряд дополнительных вопросов студент не дал ясных ответов	положения, студент не может ответить на дополнительные вопросы в ходе защиты, не владеет материалом проекта, не в состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям данной проблемы. Расчеты выполнены неправильно. В этом случае студенту предстоит повторная защита
--	---	---	--

7 Основная учебная литература

1. Авдонин А. С. Расчет на прочность летательных аппаратов : учеб. пособие для авиац. специальностей вузов / А. С. Авдонин, В. И. Фигуровский, 1985. - 439.
2. Авдонин А. С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций / А. С. Авдонин, 1969. - 402.
3. Строительная механика летательных аппаратов : учеб. для авиац. специальностей вузов / И. Ф. Образцов, Л. А. Булычев, В. В. Васильев и др., 1986. - 535.
4. Артамонов О. В. Прочность конструкций : учебное пособие для всех форм обучения по специальности 160201 - "Самолето- и вертолетостроение" / О. В. Артамонов, 2009. - 96.
5. Артамонов О. В. Прочность конструкций : учебное пособие по решению задач по расчету самолета на прочность для всех форм обучения по специальности 160201 - "Самолето- и вертолетостроение" / О. В. Артамонов, 2009. - 32.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Руководство по курсовому проектированию и задания по курсу "Строительная механика летательных аппаратов" / Иркут. политехн. ин-т, 1972. - 98.
2. Калинин Н. Г. Строительная механика летательных аппаратов / Н. Г. Калинин, И. Е. Дышлер, 1969. - 307.
3. Оболенский Евгений Прокофьевич. Прочность агрегатов оборудования и элементов систем жизнеобеспечения летательных аппаратов / Евгений Прокофьевич Оболенский, Борис Иванович Сахаров, Николай Петрович Стрекозов, 1989. - 247.
4. Оболенский Евгений Прокофьевич. Прочность летательных аппаратов и их агрегатов : учебник для авиац. спец. вузов / Е. П. Оболенский, Б. И. Сахаров, В. А. Сибиряков, 1995. - 504.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. ЛОГОС-ТМП (решатель Логос-Тепло (32 ядра))
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
3. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Epson EB-460i LCD
2. Доска магнитная белая 120*180см