# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский восу врственный технический университет»

ашиностроения и Пекан факультета

**УТВЕРЖДАЮ** 

ФМАТ

**В.И.** Ряжских «01» сентября 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

лиспиплины

«Расчет на прочность и жесткость самолета»

Специальность 24.05.07. Самолето- и вертолетостроение

Специализация «Самолетостроение»

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м/ 6 лет/

Форма обучения Очная/Очно-заочная/

Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы

И. о. заведующего кафедрой

Самолетостроения

Руководитель ОПОП

В.А. Шалиткин

Е.Н. Некравцев

Е.Н. Некравцев

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1.1.Цели дисциплины

Дисциплина имеет целью изучение методов расчета на прочность и жесткость летательных аппаратов (ЛА) и их конструктивных элементов.

### 1.2.Задачи освоения дисциплины

Изучение условий эксплуатации ЛА, нормативных документов, определяющих основные расчетные критерии их прочности и жесткости, методов прочностных и динамических расчетов в самолетостроении.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «<u>Расчет на прочность и жесткость самолета</u>» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчет на прочность и жесткость самолета» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом ограничений, в том числе экономических, экологических и социальных, на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники.

ОПК-8 - Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие<br>сформированность компетенции |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|
| ОПК-2       | Знать современные информационные технологии,                         |  |  |  |
|             | используемые в авиационной и ракетно-космической                     |  |  |  |
|             | отраслях.  |  |  |  |
|             | Уметь применять современные отраслевые информационны                 |  |  |  |
|             | технологии в профессиональной деятельности в                         |  |  |  |
|             | авиационной или ракетно-космической отраслях.                        |  |  |  |
|             | Владеть навыками работы с системами                                  |  |  |  |
|             | автоматизированного проектирования объектов (деталей и               |  |  |  |
|             | сборочных единиц) авиационной и ракетно-космической                  |  |  |  |
|             | техники.   |  |  |  |

| ОПК-4 | Знать экономические, экологические и социальные         |  |  |
|-------|---|--|--|
|       | ограничения для объектов авиационной и                  |  |  |
|       | ракетно-космической техники на всех этапах жизненного   |  |  |
|       | цикла (проектирование, производство, эксплуатация) этих |  |  |
|       | объектов.   |  |  |
|       | Уметь применять современные профессиональные средства,  |  |  |
|       | обеспечивающие реализацию этапов жизненного цикла       |  |  |
|       | технических объектов авиационной и ракетно-космиче      |  |  |
|       | техники.  |  |  |
|       | Владеть знаниями и навыками практической работы с       |  |  |
|       | профессиональными средствами, обеспечивающими           |  |  |
|       | реализацию отдельных этапов жизненного цикла            |  |  |
|       | технических объектов авиационной и ракетно-космической  |  |  |
|       | техники.  |  |  |
| ОПК-8 | Знать современные программные комплексы, применяемые в  |  |  |
|       | современной отраслевой инженерной практике.             |  |  |
|       | Уметь пользоваться отдельными программными              |  |  |
|       | комплексами для решения практических расчетных          |  |  |
|       | инженерных задач.                                       |  |  |
|       | Владеть навыками решения практических инженерных задач  |  |  |
|       | по расчету прочности и жесткости конструкций.           |  |  |

# 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчет на прочность и жесткость самолета» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

| Виды учебной работы             | Всего часов | Семестры   |     |
|---------------------------------|-------------|------------|-----|
| Виды учеоной рассты             | BCCIO 4acob | 6          | 7   |
| Аудиторные занятия (всего)      | 108         | 36         | 72  |
| В том числе:                    |             |            |     |
| Лекции                          | 45          | 18         | 27  |
| Практические занятия (ПЗ)       | 36          | 9          | 27  |
| Лабораторные работы (ЛР)        | 27          | 9          | 18  |
| Самостоятельная работа          | 144         | 36         | 108 |
| Курсовая работа                 | +           | 1          | +   |
| Часы на контроль                | 36          | 1          | 36  |
| Виды промежуточной аттестации - | +           | +          | +   |
| экзамен, зачет                  |             | 3 <u> </u> | J   |
| Общая трудоемкость:             |             |            |     |
| академические часы              | 288         | 72         | 216 |
| зач. ед.                        | 8           | 2          | 6   |

Очно-заочная форма обучения

| During vinobnoğ nobozy          | Разго надор | Семестры |      |  |
|---------------------------------|-------------|----------|------|--|
| Виды учебной работы             | Всего часов | 6        | 7    |  |
| Аудиторные занятия (всего)      | 54          | 18       | 18   |  |
| В том числе:                    |             |          |      |  |
| Лекции                          | 22,5        | 9        | 13,5 |  |
| Практические занятия (ПЗ)       | 18          | 4,5      | 13,5 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)        | 13,5        | 4,5      | 9    |  |
| Самостоятельная работа          | 72          | 18       | 54   |  |
| Курсовая работа                 | +           | ı        | +    |  |
| Часы на контроль                | 18          | ı        | 18   |  |
| Виды промежуточной аттестации - | +           | +        | +    |  |
| экзамен, зачет                  | T           | +        |      |  |
| Общая трудоемкость:             |             |          |      |  |
| академические часы              | 144         | 36       | 108  |  |
| зач. ед.                        | 4           | 1        | 3    |  |

# 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

# **5.1.** Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

| №<br>п/п | Наименование темы            | Содержание раздела  | Лекц | Практ<br>зан. | Лаб.<br>зан. | CPC | Всего,<br>час |
|----------|------------------------------|---|------|---------------|--------------|-----|---------------|
| 1        | Расчет крыла                 | Нагрузки, напряжения, деформации крыла                          | 7    | 6             | 5            | 24  | 42            |
| 2        | Расчет фюзеляжа              | Нагрузки, напряжения, деформации фюзеляжа                       | 8    | 6             | 6            | 24  | 44            |
| 3        | Расчет шпангоутов            | Нагрузки, напряжения, деформации в<br>пшангоутах                | 8    | 6             | 4            | 24  | 42            |
| 4        | Расчет оперения              | Нагрузки, напряжения, деформации оперения                       | 8    | 6             | 4            | 24  | 42            |
| 5        | Расчет шасси                 | Нагрузки, напряжения, деформации в шасси                        | 8    | 6             | 4            | 24  | 42            |
| 6        | Расчет системы<br>управления | Нагрузки, напряжения, деформации в элементах системы управления | 6    | 6             | 4            | 24  | 40            |
|          |                              | Итого   | 45   | 36            | 27           | 144 | 252           |

Очно-заочная форма обучения

|          |                              | о то заотная форма обу  | 1011117 | •             |              |     |               |
|----------|------------------------------|---|---------|---------------|--------------|-----|---------------|
| №<br>п/п | Наименование темы            | Содержание раздела  | Лекц    | Практ<br>зан. | Лаб.<br>зан. | CPC | Всего,<br>час |
| 1        | Расчет крыла                 | Нагрузки, напряжения, деформации крыла                          | 3,5     | 3             | 2,5          | 12  | 21            |
| 2        | Расчет фюзеляжа              | Нагрузки, напряжения, деформации фюзеляжа                       | 4       | 3             | 3            | 12  | 22            |
| 3        | Расчет пппангоутов           | Нагрузки, напряжения, деформации в<br>пшангоутах                | 4       | 3             | 2            | 12  | 21            |
| 4        | Расчет оперения              | Нагрузки, напряжения, деформации оперения                       | 4       | 3             | 2            | 12  | 21            |
| 5        | Расчет шасси                 | Нагрузки, напряжения, деформации в шасси                        | 4       | 3             | 2            | 12  | 21            |
| 6        | Расчет системы<br>управления | Нагрузки, напряжения, деформации в элементах системы управления | 3       | 3             | 2            | 12  | 20            |
|          |                              | Итого   | 22,5    | 18            | 13,5         | 72  | 126           |

## 5.2. Перечень лабораторных работ

- 1. Расчет крыла. Определение нормальных и касательных напряжений в панелях, лонжеронах, стрингерах и нервюрах.
- 2. Расчет сферического гермошпангоута.
- 3. Расчет силового шпангоута.
- 4. Расчет плоских подкрепленных панелей на сжатие.
- 5. Расчет качалки системы управления аэродинамическими поверхностями (элерон, закрылок).
- 6. Расчет шасси.

# 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Определение напряжений и деформаций в крыле (фюзеляже, силовом шпангоуте, оперении, шасси, системе управления самолетом) для полетного случая А»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- •выбор расчетной методики; построение расчетной схемы;
- •определение нагрузок;
- расчет и анализ расчета.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Контрольная работа не предусмотрена.

# 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

# 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

# 7.1.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

| Компе- | Результаты обучения,<br>характеризующие  | Критерии   | Аттестован  | Неаттестован  |
|--------|--|--|---|---|
| тенция | сформированность<br>компетенции  | оценивания   | 111010Buil  |   |
| ОПК-2  | Знать современные информационные технологии, используемые в авиационной и ракетно-космической отраслях.  | Тест, защита<br>реферата                                 | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|        | Уметь применять современные отраслевые информационные технологии в профессиональной деятельности в авиационной или ракетно-космической отраслях.   | Решение<br>стандартных<br>практических задач             | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|        | Владеть навыками работы с системами автоматизированного проектирования объектов (деталей и сборочных единиц) авиационной и ракетно-космической техники.  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-4  | Знать экономические, экологические и социальные ограничения для объектов авиационной и ракетно-космической техники на всех этапах жизненного цикла (проектирование, производство, эксплуатация) этих объектов. |  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | предусмотренный в<br>рабочих программах                         |
|        | Уметь применять современные профессиональные средства, обеспечивающие реализацию этапов жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники.                                       | Решение стандартных практических задач                   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|        | Владеть знаниями и навыками практической работы с профессиональными средствами, обеспечивающими реализацию отдельных этапов жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники.   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области |   | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-8  | Знать современные программные комплексы, применяемые в современной отраслевой инженерной практике.   | Тест, защита<br>реферата                                 | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах       | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|        | Уметь пользоваться отдельными программными комплексами для решения практических расчетных инженерных задач.  | стандартных<br>практических задач                        | Выполнение работ в<br>срок, предусмотренный<br>в рабочих программах | предусмотренный в рабочих программах                            |
|        | Владеть навыками решения практических инженерных задач по расчету прочности и жесткости конструкций.   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в<br>срок, предусмотренный<br>в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

# 7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестрах для очной и очно-заочной форм обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

| Компе-<br>тенция | Результаты обучения,<br>характеризующие<br>сформированность<br>компетенции   | Критерии<br>оценивания                                   | Отлично  | Хорошо   | Удовл.  | Неудовл.                                      |
|------------------|--|--|--|--|---|---|
| ОПК-2            | Знать современные<br>информационные технологии,<br>используемые в авиационной и<br>ракетно-космической отраслях.   | Тест, защита реферата                                    | Выполнение<br>теста на 90-<br>100%                     | Выполнение<br>теста на 80-<br>90%  | Выполнение теста на 70-80%  | В тесте<br>менее 70%<br>правильных<br>ответов |
|                  | Уметь применять современные отраслевые информационные технологии в профессиональной деятельности в авиационной или ракетно-космической отраслях.   | х задач  | полном<br>объеме и<br>получены<br>верные<br>ответы     | Продемонст<br>рирован<br>верный ход<br>решения<br>всех, но не<br>получен<br>верный<br>ответ во<br>всех задачах | Продемонст<br>рирован<br>верный ход<br>решения в<br>большинств<br>е задач | Задачи не решены                              |
|                  | Владеть навыками работы с системами автоматизированного проектирования объектов (деталей и сборочных единиц) авиационной и ракетно-космической техники.  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонст<br>рирован<br>верный ход<br>решения<br>всех, но не<br>получен<br>верный<br>ответ во<br>всех задачах | Продемонст рирован верный ход решения в большинств е задач                | Задачи не решены                              |
| ОПК-4            | Знать экономические, экологические и социальные ограничения для объектов авиационной и ракетно-космической техники на всех этапах жизненного цикла (проектирование, производство, эксплуатация) этих объектов. | реферата   | теста на 90-<br>100%                                   | Выполнение<br>теста на 80-<br>90%  | Выполнение теста на 70-80%  | менее 70%<br>правильных<br>ответов            |
|                  | Уметь применять современные профессиональные средства, обеспечивающие реализацию этапов жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники.                                       | Решение стандартных практически х задач                  | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонст<br>рирован<br>верный ход<br>решения<br>всех, но не<br>получен<br>верный<br>ответ во<br>всех задачах | Продемонст рирован верный ход решения в большинств е задач                | Задачи не решены                              |
|                  | Владеть знаниями и навыками практической работы с профессиональными средствами, обеспечивающими  | Решение<br>прикладных<br>задач в<br>конкретной           | Задачи<br>решены в<br>полном<br>объеме и               | Продемонст<br>рирован<br>верный ход<br>решения   | Продемонст рирован верный ход решения в                                   | Задачи не<br>решены                           |

|       | реализацию отдельных этапов   | предметной   | получены     | всех, но не  | большинств   |            |
|-------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
|       | жизненного цикла технических  | области      | верные       | получен      | е задач      |            |
|       | объектов авиационной и        |              | ответы       | верный       |              |            |
|       | ракетно-космической техники.  |              |              | ответ во     |              |            |
|       |                               |              |              | всех задачах |              |            |
| ОПК-8 | Знать современные             | Тест, защита | Выполнение   | Выполнение   | Выполнение   | В тесте    |
|       | программные комплексы,        | реферата     | теста на 90- | теста на 80- | теста на 70- | менее 70%  |
|       | применяемые в современной     |              | 100%         | 90%          | 80%          | правильных |
|       | отраслевой инженерной         |              |              |              |              | ответов    |
|       | практике.                     |              |              |              |              |            |
|       | Уметь пользоваться отдельными | Решение      | Задачи       | Продемонст   | Продемонст   | Задачи не  |
|       | программными комплексами      | стандартных  | решены в     | рирован      | рирован      | решены     |
|       | для решения практических      | практически  | полном       | верный ход   | верный ход   |            |
|       | расчетных инженерных задач.   | х задач      | объеме и     | решения      | решения в    |            |
|       |                               |              | получены     | всех, но не  | большинств   |            |
|       |                               |              | верные       | получен      | е задач      |            |
|       |                               |              | ответы       | верный       |              |            |
|       |                               |              |              | ответ во     |              |            |
|       |                               |              |              | всех задачах |              |            |
|       | Владеть навыками решения      | Решение      | Задачи       | Продемонст   | Продемонст   | Задачи не  |
|       | практических инженерных задач | прикладных   | решены в     | рирован      | рирован      | решены     |
|       | по расчету прочности и        | задач в      | полном       | верный ход   | верный ход   |            |
|       | жесткости конструкций.        | конкретной   | объеме и     | решения      | решения в    |            |
|       |                               | предметной   | получены     | всех, но не  | большинств   |            |
|       |                               | области      | верные       | получен      | е задач      |            |
|       |                               |              | ответы       | верный       |              |            |
|       |                               |              |              | ответ во     |              |            |
|       |                               |              |              | всех задачах |              |            |

# 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

# 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

| Вопрос   | Ответ   |
|--|---|
| Отраслевые нормативные документы,                  | 1. Труды ЦАГИ.                                      |
| регламентирующие критерии оценки прочности         | 2. <i>Авиационные правила (АП-23, АП-25 и др.).</i> |
| самолетов  | 3. Монографии по тематике.                          |
| Что определяет коэффициент эксплуатационной        | 1. Значение подъемной силы крыла.                   |
| перегрузки?  | 2. Аэродинамическое качество.                       |
|  | 3. Увеличение значений инерционных масс.            |
| Что определяет коэффициент безопасности?           | 1. Условия безопасной эксплуатации.                 |
|  | 2. Значение расчетной нагрузки.                     |
|  | 3. Статистику отказов в полете.                     |
| Зависит ли подъемная сила крыла самолета от        | 1. Нет, подъемная сила не определяется              |
| эксплуатационной перегрузки?                       | режимами пролета (перегрузками).                    |
|  | 2. Да, подъемная сила определяется режимами         |
|  | полета (перегрузками).                              |
|  | 3. Нет, подъемная сила определяется                 |
|  | коэффициентом безопасности.                         |
| Какие напряжения возникают в элементах крыла       | 1. Цепные напряжения в панелях, лонжеронах,         |
| (панелях, лонжеронах, нервюрах) при чистом изгибе? | нервюрах.   |
|  | 2. Касательные напряжения в панелях, стенках        |
|  | лонжеронов и нервюр.                                |
|  | 3. Нормальные напряжения (растяжения и              |
|  | сжатия).  |

| Какие напряжения возникают в элементах крыла    | 1. Цепные напряжения в панелях, лонжеронах,  |
|---|--|
| (панелях, лонжеронах, нервюрах) при кручении?   | нервюрах.                                    |
|   | 2. Касательные напряжения в панелях, стенках |
|   | лонжеронов и нервюр.                         |
|   | 3. Нормальные напряжения (растяжения и       |
|   | сжатия).                                     |
| Как сосредоточенные массы на крыле влияют на    | 1. На этюрах перерезывающих сил появляется   |
| эпюру перерезывающих сил и изгибающих моментов? | скачкообразное изменение угла наклона        |
|   | касательной.                                 |
|   | 2. На эпюре изгибающих моментов появляется   |
|   | скачок в сторону увеличения изгибающего      |
|   | момента.                                     |
|   | 3. На эпюрах перерезывающих сил появляется   |
|   | скачок в сторону уменьшения                  |
|   | перерезывающей силы. На эпюре изгибающих     |
|   | моментов появляется скачкообразное           |
|   | изменение угла наклона касательной.          |
| В каком случае возникает кручение крыла?        | 1. При чистом изгибе крыла.                  |
|   | 2. При наличии съемных панелей крыла.        |
|   | 3. При несовпадении центров жесткости        |
|   | крыла и центров давления аэродинамических    |
|   | и инерционных сил                            |
| Единица измерения скоростного напора.           | 1. Джоуль;                                   |
|   | 2. Паскаль;                                  |
|   | 3. м/сек.                                    |
| Аэродинамическое качество. Определение.         | 1. Качество отделки аэродинамических         |
|   | поверхностей.                                |
|   | 2. Отношение коэффициента подъемной силы к   |
|   | коэффициенту лобового сопротивления.         |
|   | 3. Качество дизайна самолета.                |

### 7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

- 1. Нагрузки, действующие на самолет в горизонтальной и вертикальной плоскостях при маневре.
- 2. Нагрузки, действующие на самолет при полете в неспокойном воздухе.
- 3. Нагрузки, действующие на крыло самолета в полете.
- 4. Построение этор сил и моментов для крыльев различных схем.
- 5. Нагрузки, действующие на фюзеляж, построение этор сил и моментов.
- 6. Метод редукционных коэффициентов.
- 7. Нагружение фонаря кабины и носовой части фюзеляжа.
- 8. Нагрузки, действующие на шасси.
- 9. Построение эпюр сил и моментов для шасси балочного типа.
- 10. Нагрузки, действующие на оперение.

## 7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1. Расчет на прочность поперечных сечений фюзеляжа типа "полумонокок".
- 2. Понятие о максимальной перегрузке, коэффициенте безопасности, основные расчетные случаи нагружения крыла в полете.
- 3. Расчет на прочность фюзеляжей в зоне больших вырезов.
- 4. Определение деформаций фюзеляжа при изгибе и кручении.
- 5. Проектировочный расчет поперечного сечения крыла.
- 6. Поверочный расчет поперечного сечения крыла на изгиб методом редукционных коэффициентов.
- 7. Расчет на прочность нормальных нервюр.
- 8. Определение деформаций прямого крыла.
- 9. Определение деформаций стреловидного крыла.
- 10. Построение эпюр сил и моментов для шасси с рычажной подвеской колес.

### 7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

### 6 семестр.

- 1. Нагрузки, действующие на самолет в горизонтальной и вертикальной плоскостях при маневре.
- 2. Расчет на прочность поперечных сечений фюзеляжа типа "полумонокок".
- 3. Нагрузки, действующие на самолет при полете в неспокойном воздухе.
- 4. Понятие о максимальной перегрузке, коэффициенте безопасности, основные расчетные случаи нагружения крыла в полете. Диаграммы ICAO.
- 5. Расчет на прочность фюзеляжей в зоне больших вырезов.
- 6. Нагрузки, действующие на крыло самолета в полете.
- 7. Определение деформаций фюзеляжа при изгибе и кручении.
- 8. Построение этор сил и моментов для крыльев различных схем.
- 9. Проектировочный расчет поперечного сечения крыла.

### 7 семестр.

- 10. Нагрузки, действующие на фюзеляж, построение этор сил и моментов.
- 11. Поверочный расчет поперечного сечения крыла на изгиб методом редукционных коэффициентов.
- 12. Расчет на прочность нормальных нервюр.
- 13. Нагружение фонаря кабины и носовой части фюзеляжа.
- 14. Определение деформаций прямого крыла.
- 15. Нагрузки, действующие на шасси.
- 16. Определение деформаций стреловидного крыла.
- 17. Построение эпюр сил и моментов для шасси балочного типа.
- 18. Нагрузки, действующие на оперение.
- 19. Построение этор сил и моментов для шасси с рычажной подвеской колес.
- 20. Расчет на прочность цельноповоротного оперения.
- 21. Расчет амортизации шасси.
- 22. Расчет оперения с трехшарнирной подвеской руля.
- 23. Подбор колес для основных и носовых опор шасси.
- 24. Расчет механических элементов системы управления на прочность.
- 25. Расчет механических элементов системы управления на устойчивость.
- 26. Расчетные случаи нагружения моторам. Нагрузки на мотогондолы.
- 27. Свободные крутильные колебания крыла постоянного сечения.
- 28. Введение в аэроупругость. Дивергенция и флаттер.
- 29. Влияние конструктивных параметров несущей поверхности на критическую скорость флаттера.

## 7.2.5. Паспорт оценочных материалов

| №п/п     | Контролируемые разделы | Кодконтролируемые   | Наименование оценочного   |
|----------|------------------------|---------------------|---------------------------|
| J1211/11 | (темы) дисциплины      | компетенции         | средства                  |
| 1        | Расчет крыла           | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|          |                        |                     | работ, защита реферата,   |
|          |                        |                     | экзамен                   |
| 2        | Расчет фюзеляжа        | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|          |                        |                     | работ, защита реферата,   |
|          |                        |                     | экзамен                   |
| 3        | Расчет шпангоутов      | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|          |                        |                     | работ, защита реферата,   |
|          |                        |                     | экзамен                   |
| 4        | Расчет оперения        | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|          |                        |                     | работ, защита реферата,   |
|          |                        |                     | экзамен                   |

| 5 | Расчет шасси              | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------------|
|   |                           |                     | работ, защита реферата,   |
|   |                           |                     | экзамен                   |
| 6 | Расчет системы управления | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-8 | Тест, защита лабораторных |
|   |                           |                     | работ, защита реферата,   |
|   |                           |                     | экзамен                   |

# 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных               | П  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
| занятий                   | Деятельность студента  |  |  |
| Лекция                    | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |  |  |
| Практическое              | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом   |  |  |
| занятие                   | лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |  |  |
| Лабораторная              | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические  |  |  |
| работа                    | знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.  |  |  |
| Самостоятельная<br>работа | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.   |  |  |
| Подготовка к              | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в  |  |  |
| промежуточной             | течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не  |  |  |
| аттестации                | позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.  |  |  |

# 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

# 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

**Чепурных, И. В.** Прочность конструкций летательных аппаратов. Комсомольск-на-Амуре ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 137 с.

**Гудков А.И., Лешаков П.С.** Внешние нагрузки прочность летательных аппаратов. М., Машиностроение, 1968. - 490 с.

**Зотов А.А.** Автоматизированный расчет на прочность и устойчивость конструкций летательных аппаратов.

**Тарасов Ю.Л., Лавров Б.А.** Расчет на прочность элементов конструкции самолета. Самарский гос. Ун-т, Самара, 2000. — 112 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», лицензионное программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-8.

# 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория 31 находится в корпусе 6 ВГТУ, расположеном по адресу улица Циолковского 34.

Данная аудитория оснащена следующим оборудованием

| No | Наименование    | Инвентарный | Тип          | Изделие, на   |
|----|-----------------|-------------|--------------|---------------|
|    | оборудования    | номер       | оборудования | котором       |
|    |                 |             |              | установлено   |
|    |                 |             |              | оборудование, |
|    |                 |             |              | ресурсы       |
|    |                 |             |              | дисциплины    |
| 1  | Мульт. проектор | 47475       |              |               |
| 2  | Компьютер       | 9296        |              |               |
| 3  | Экран           | 59398       |              |               |

| 4  | Закрылок          | 59397 | макет   | Як-40  |
|----|-------------------|-------|---------|--------|
| 5  | Шпангоут          | 59399 | макет   | Ty-134 |
| 6  | Пилон             | 59400 | макет   | Ил-96  |
| 7  | Элерон            | 59397 | макет   | Ил-28  |
| 8  | Элемент           | 59402 | стенд   | Ил-86  |
|    | широкофюзеляжного |       |         |        |
|    | самолета          |       |         |        |
| 9  | Агрегат из        | 59535 | образец | Ил-96  |
|    | композита         |       |         |        |
| 10 | Кат. кресло       | 59398 | макет   | МиГ-15 |

http://window.edu.ru/ - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам";

https://www.rsl.ru/ - Российская государственная библиотека;

https://elibrary.ru/ - Электронная библиотека;

http://www.avia.ru - Информационный портал о гражданской авиации;

http://www.favt.ru - Официальный сайт «Росавиации»;

Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ

Дисплейный класс 22 находится в корпусе 6 ВГТУ, расположенный по адресу Циолковского 34. Данный классе оснащен мультимедийным проектором, экраном и Компьютером в составе «ВарианЭксперт» №411419, 411426, 411412, 411442, 411444, 411447, 411418, 411425, 411416, 411422;

Операционная система – Windows 10 Pro;

Прочее ПО – Acrobat Reader DC, 3D Builder, LibreOffice, Kaspersky Endpoint Security, Уч. лицензия на Опера (Си софт), Уч. лицензия на прогр. (Си софт), сеть Wi-Fi;

Доска -1, шкаф -2, компьютерный стол -10, парта -5, стул -19.

# 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных<br>занятий | Деятельность студента  |  |  |  |
|------------------------|--|--|--|--|
| Лекция                 | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |  |  |  |
| Практическое           | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом   |  |  |  |
| занятие                | лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по   |  |  |  |

|                 | заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач     |  |  |  |
|-----------------|---|--|--|--|
|                 | по алгоритму.   |  |  |  |
| Лабораторная    | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические           |  |  |  |
| работа          | знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы          |  |  |  |
|                 | наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных    |  |  |  |
|                 | для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по              |  |  |  |
|                 | соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника,    |  |  |  |
|                 | проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и        |  |  |  |
|                 | выполнить другие письменные задания.                                      |  |  |  |
| Самостоятельная | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению          |  |  |  |
| работа          | учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная    |  |  |  |
|                 | работа предполагает следующие составляющие:                               |  |  |  |
|                 | - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной            |  |  |  |
|                 | литературой, а также проработка конспектов лекций;                        |  |  |  |
|                 | - выполнение домашних заданий и расчетов;                                 |  |  |  |
|                 | - работа над темами для самостоятельного изучения;                        |  |  |  |
|                 | - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;            |  |  |  |
|                 | - подготовка к промежуточной аттестации.                                  |  |  |  |
| Подготовка к    | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение   |  |  |  |
| промежуточной   | всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за |  |  |  |
| аттестации      | месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три     |  |  |  |
|                 | дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации        |  |  |  |
|                 | материала.  |  |  |  |

# 11 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

|       |                             |           | Подпись          |
|-------|-----------------------------|-----------|------------------|
| No    |                             | Дата      | заведующего      |
| п/п   | Перечень вносимых изменений | внесения  | кафедрой,        |
| 11/11 |                             | изменений | ответственной за |
|       |                             |           | реализацию ОПОП  |
|       |                             |           |                  |
|       |                             |           |                  |
| 1     |                             |           |                  |
| 1     |                             |           |                  |
|       |                             |           |                  |
|       |                             |           |                  |

| 2 |  |  |
|---|--|--|
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |