

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

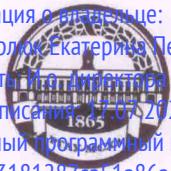
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2021-10-18 10:45:53

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Сопротивление материалов и детали машин»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина

И.Ю. Игнаткин

«18» октября 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ Б1.О.25 МЕХАНИКА**  
**МОДУЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА Б1.О.25.03**  
**«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 – Агроинженерия

Направленность: Технический сервис в агропромышленном комплексе; Техни-  
ческие системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и пере-  
работки сельскохозяйственной продукции

Курс: 2

Семестры: 3, 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Москва 2021 г

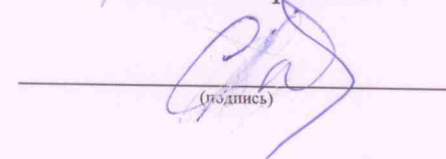
Разработчик: Казанцев С.П., д.т.н., профессор

Серов Н.В., к.т.н., ст. преподаватель

Щукина В.Н., к.т.н., ассистент

  
«1» октября 2021 г.


Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«1» октября 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры сопротивления материалов и деталей машин протокол № 4 от «7» октября 2021 г.

Заведующий кафедрой Казанцев С.П., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

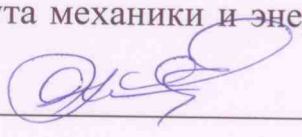
  
«7» октября 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

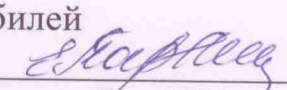
Чистова Я.С., к.п.н., доцент

протокол №3 от «18» октября 2021 г.

  
«18» октября 2021 г.

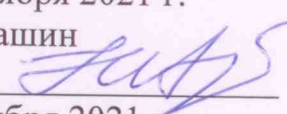
Заведующий выпускающей кафедры тракторов и автомобилей

Дидманидзе О.Н., академик РАН, д.т.н., профессор

  
«18» октября 2021 г.

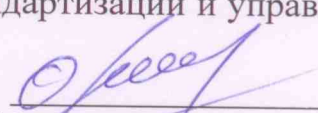
Заведующий выпускающей кафедры сельскохозяйственных машин

Алдошин Н.В., д.т.н., профессор

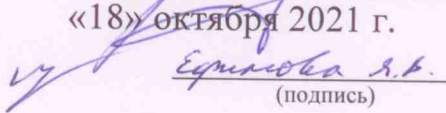
  
«18» октября 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством

Леонов О.А., д.т.н., профессор

  
«18» октября 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
«18» октября 2021 г.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>АННОТАЦИЯ</b> .....   | 4  |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....   | 4  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....  | 5  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> ..... | 5  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | 7  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ...   | 7  |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....   | 7  |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....   | 10 |
| 4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 14 |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....   | 15 |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....   | 18 |
| 6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....                  | 18 |
| 6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ..   | 27 |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | 29 |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....   | 29 |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....   | 29 |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....                            | 29 |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....   | 29 |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....                        | 29 |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....  | 29 |
| ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....  | 30 |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....  | 30 |

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.25.03 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ» для подготовки бакалавра по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», по направленности Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

### **Цель освоения дисциплины:**

- подготовка студентов к осуществлению поиска, критического анализа и синтеза информации, применению системного подхода для решения поставленных задач;
- подготовка студентов к изучению общих принципов расчёта и методов оценки, рациональности и экономичности деталей конструкций;
- освоение решения типовых задач профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;
- решать инженерные задачи с использованием основных законов механики;
- способность к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей и узлов технических устройств;
- способность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин;
- способность использовать информационные технологии.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» направленности «Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», цикл **Б1.О.25.03**, дисциплина осваивается на 2 курсе в 3, 4 семестры.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2).

### **Краткое содержание дисциплины:**

Предлагаются методы, способы и средства, определяющие основные цели наук, связанных с машиностроительным конструированием. Рассматриваются основные методики, применяемые в инженерной практике расчёта деталей на прочность, жёсткость и устойчивость, а также рациональный выбор материалов для деталей машиностроения.

**Общая трудоёмкость дисциплины:** 180 часов / 5 з.е

**Промежуточный контроль:** 3 семестр Зачёт, 4 семестр Экзамен.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины Б1.О.25.03 «Соппротивление материалов» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к:

- анализу задачи, выделяя ее базовые составляющие, осуществляя декомпозицию задачи;
- нахождению и критическому анализу информации, которая необходима для решения поставленной задачи;
- рассматриванию возможных вариантов решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки;
- применению знаний основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности;
- использованию знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в Агроинженерии;

- использованию современных методов экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности;
- участию в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Соппротивление материалов» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана.

Дисциплина «Соппротивление материалов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.03.06 – **Агроинженерия**, направленность **«Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».**

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана **Б1.О.25.03**, дисциплина осваивается на 2 курсе, при этом необходимы знания дисциплин «Математика» – курс 1, семестры 1, 2, «Физика» – курс 1, семестр 2.

Дисциплина «Соппротивление материалов» является основополагающей для изучения дисциплины «Детали машин и основы конструирования» – курс 2, семестр 4.

Особенностью дисциплины является применение серьёзной теоретической и практической подготовки студентов, формирование навыков вычислительной работы, с использованием математических моделей проектируемых устройств.

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» студенты закрепляют и расширяют знания, полученные при изучении базовых дисциплин, приобретают новые знания и навыки, необходимые для изучения специальных инженерных дисциплин.

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» большое внимание уделяется:

- теории, расчёту и конструированию механизмов общемашиностроительного применения;
- критериям работоспособности механических устройств;

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части)  | Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |  |   |
|-------|-----------------|--|---|---|--|---|
|       |                 |  |   | Знать   | уметь  | владеть   |
| 1.    | УК-1            | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.   | принципы и методы проведения исследований механизмов и машин  | проводить исследования механизмов, анализировать полученные результаты   | навыками проведения исследований механизмов и машин   |
|       |                 |  | УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.  | основы проектирования технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов | самостоятельно конструировать и модернизировать сборочные единицы и механизмы с учётом требований надёжности, ремонтпригодности, технологичности, экономичности, унификации, стандартизации, промышленной эстетики, охраны труда, экологии | навыками проектирования технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов |
|       |                 |  | УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.   | критерии работоспособности и основные теории расчёта механизмов и машин   | самостоятельно рассмотреть механизмы с учётом требований надёжности, ремонтпригодности, технологичности,   | навыками проектирования технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов |
| 2.    | ОПК-1           | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и                | ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности | основные законы математических и естественных наук  | продемонстрировать полученные знания решения типовых задач профессиональной деятельности   | инструментарием для решения типовых задач профессиональной деятельности   |

|    |       |  |  |  |   |   |
|----|-------|--|--|--|---|---|
|    |       | естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;                     | ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в Агроинженерии  | основные законы математических и естественных наук   | применять, полученные знания для решения стандартных инженерных задач | инструментарием для решения практических инженерных задач |
| 3. | ОПК-5 | Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности | ОПК-5.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности.  | критерии работоспособности и основные теории расчёта механизмов сельскохозяйственных машин | выполнять расчёты типовых механизмов машин                            | методами расчёта механизмов и машин                       |
|    |       |  | ОПК-5.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности. | требования, предъявляемые к разработке проектно-конструкторской документации               | разрабатывать проектно-конструкторскую документацию                   | разработкой проектно-конструкторской документацией        |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость |                     |             |
|---|--------------|---------------------|-------------|
|   | час.         | в т.ч. по семестрам |             |
|   |              | № 3                 | № 4         |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>180</b>   | <b>72</b>           | <b>108</b>  |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>94,65</b> | <b>48,25</b>        | <b>46,4</b> |
| <b>Аудиторная работа</b>  | <b>94,65</b> | <b>48,25</b>        | <b>46,4</b> |
| <i>в том числе:</i>   |              |                     |             |
| <i>лекции (Л)</i>   | 16           | 16                  | 14          |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>   | 46           | 16                  | 30          |
| <i>практические работы (ПР)</i>   | 16           | 16                  |             |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>  | 0,65         | 0,25                | 0,4         |
| <i>консультация перед экзаменом</i>   | 2            | -                   | 2           |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>85,35</b> | <b>23,75</b>        | <b>61,6</b> |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i> | 35,75        | 6,75                | 29          |
| <i>расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>   | 16           | 8                   | 8           |
| <i>Зачет (подготовка)</i>   | 9            | 9                   |             |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>   | 24,6         | -                   | 24,6        |
| Вид промежуточного контроля:  | За, Экз      | зачёт               | экзамен     |

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)               | Всего     | Аудиторная работа |           |           |             | Внеаудиторная работа СР |
|--|-----------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|
|  |           | Л                 | ПР        | ЛР        | ПКР         |                         |
| <b>3 семестр</b>   |           |                   |           |           |             |                         |
| Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел» | 16        | 4                 | 4         | 4         |             | 4                       |
| Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня»         | 10        | 2                 | 2         | 2         |             | 4                       |
| Раздел 3 «Плоский изгиб»   | 16        | 4                 | 4         | 4         |             | 4                       |
| Раздел 4 «Деформация кручения»                                   | 10        | 2                 | 2         | 2         |             | 4                       |
| Раздел 5 «Ударные нагрузки»                                      | 9,75      | 2                 | 2         | 2         |             | 3,75                    |
| Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе»                     | 10        | 2                 | 2         | 2         |             | 4                       |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>         | 0,25      |                   |           |           | 0,25        |                         |
| <b>Всего за 3 семестр</b>  | <b>72</b> | <b>16</b>         | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>0,25</b> | <b>23,75</b>            |



| Наименование разделов и тем дисциплин<br>(укрупнённо)      | Всего      | Аудиторная работа |           |           |             | Внеауди-<br>тная<br>работа СР |
|--|------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------------|
|  |            | Л                 | ПР        | ЛР        | ПКР         |                               |
| <b>4 семестр</b>   |            |                   |           |           |             |                               |
| Раздел 7 «Косой изгиб»                                     | 13         | 2                 |           | 4         | –           | 7                             |
| Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»                 | 11         | 2                 |           | 4         | –           | 5                             |
| Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»                   | 13         | 2                 |           | 6         | –           | 5                             |
| Раздел 10 «Теории прочности»                               | 11         | 2                 |           | 4         | –           | 5                             |
| Раздел 11 «Статически неопределимые системы»               | 11         | 2                 |           | 4         | –           | 5                             |
| Раздел 12 «Продольный изгиб»                               | 11         | 2                 |           | 4         | –           | 5                             |
| Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках» | 11         | 2                 |           | 4         | –           | 5                             |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>                    | 24,6       |                   |           |           | –           | 24,6                          |
| <i>Консультации перед экзаменом</i>                        | 2          |                   |           |           | 2           | –                             |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>   | 0,4        |                   |           |           | 0,4         |                               |
| <b>Всего за 4 семестр</b>                                  | <b>108</b> | <b>14</b>         | <b>0</b>  | <b>30</b> | <b>2,4</b>  | <b>75,6</b>                   |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                 | <b>180</b> | <b>30</b>         | <b>16</b> | <b>46</b> | <b>2,65</b> | <b>99,35</b>                  |

### 3 Семестр

#### Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел».

##### *Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия».*

Задачи предмета – расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Виды механических нагрузок. Внешние и внутренние нагрузки и их определение, правило РОЗУ. Напряжения. Деформация растяжение-сжатие. Закон Гука для стержня. Напряжения в наклонном сечении при растяжении. Продольная и поперечная деформация стержня.

##### *Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов».*

Экспериментальное определение основных статических характеристик стали: прочности и пластичности. Допускаемое напряжение.

##### *Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие».*

Решение задач на растяжение-сжатие. Условия прочности и жёсткости.

##### *Тема 1.4 «Деформация среза».*

Деформация среза и смятия. Расчёт на прочность. Прочность заклёпочных соединений.

#### Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня».

##### *Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики».*

Геометрические характеристики: площадь, статический момент, центр сечения, осевой момент инерции, полярный момент инерции. Теорема Гюйгенса. Вычисление геометрических характеристик прямоугольника, треугольника, круга.

#### Раздел 3 «Плоский изгиб».

##### *Тема 3.1 «Механика изгиба стержня».*

Внешние и внутренние нагрузки при изгибе. Напряжения при чистом изгибе. Экспериментальное определение нормальных напряжений при поперечном изгибе.

##### *Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе».*

Осевой момент сопротивления. Расчёт на прочность при плоском изгибе.

##### *Тема 3.3 «Деформация изгиба».*

Деформации при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора. Формула Верещагина. Экспериментальная проверка формулы Верещагина.

#### **Раздел 4 «Деформация кручения».**

##### ***Тема 4.1 «Механика кручения».***

Внешние и внутренние нагрузки при кручении. Касательные напряжения в поперечном сечении круглого вала. Экспериментальное исследование деформации цилиндрической пружины.

#### **Раздел 5 «Ударные нагрузки».**

##### ***Тема 5.1 «Коэффициент динамичности».***

Динамические нагрузки. Вывод формулы коэффициента динамичности.

##### ***Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе».***

Задачи на ударные нагрузки при деформациях растяжение-сжатие и изгибе.

#### **Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».**

##### ***Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки».***

Вывод формулы Журавского. Учёт касательных сил в конструкциях. Экспериментальное определение центра изгиба.

### **4 Семестр**

#### **Раздел 7 «Косой изгиб».**

##### ***Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе».***

Определение напряжений при косом изгибе. Экспериментальное исследование деформаций при косом изгибе.

#### **Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие».**

##### ***Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии».***

Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии. Анализ распределения напряжений при растяжении-сжатии.

#### **Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние».**

##### ***Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние».***

Закономерности плоского напряжённого состояния. Исследование напряжений при изгибе с кручением. Главные площадки и главные напряжения.

#### **Раздел 10 «Теории прочности».**

##### ***Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии».***

Теории прочности. Теория Кулона, энергетическая теория, теория Мора. Применения теории прочности Кулона при изгибе с кручением.

#### **Раздел 11 «Статически неопределимые системы».**

##### ***Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых рам».***

Методика решения статически неопределимых рам. Экспериментальное определение реакций в статически неопределимой балке. Расчёты на прочность статически неопределимой балки.

#### **Раздел 12 «Продольный изгиб».**

##### ***Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней».***

Теория продольного изгиба. Экспериментальное определение критической силы.

#### **Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках».**

##### ***Тема 13.1 «Определение напряжений при циклических нагрузках».***

Методика расчёта при циклических нагрузках. Экспериментальное определение предела выносливости.

##### ***Тема 13.2 «Вязкость материала».***

Экспериментальное определение ударной вязкости стали, чугуна и дерева

### 4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий (3 семестр)

| № п/п | № раздела  | № и название лекций/<br>лабораторных работ/<br>практических занятий   | Формируемая<br>компетенция<br>(индикатор<br>достижения<br>компетенции) | Вид<br>контрольного<br>мероприятия    | Кол<br>часов |
|-------|--|---|--|---------------------------------------|--------------|
| 1     | <b>Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел».</b> |   |  |                                       | <b>12</b>    |
|       | Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия»              | <b>Лекция № 1.</b><br>Задачи предмета – расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Виды механических нагрузок. Внешние и внутренние нагрузки и их определение, правило РОЗУ. Напряжения. Деформация растяжение-сжатие. Закон Гука для стержня. Напряжения в наклонном сечении при растяжении. Продольная и поперечная деформация стержня. | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       | Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов»               | <b>Лабораторная работа № 1.</b><br>Экспериментальное определение основных статических характеристик стали: прочности и пластичности.<br>Допускаемое напряжение.   | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       | Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие»                            | <b>Практическое занятие № 1.</b><br>Решение задач на растяжение-сжатие.<br>Условия прочности и жёсткости.   | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       | Тема 1.4 «Деформация среза»  | <b>Лекция № 2.</b><br>Деформация среза и смятия. Расчёт на прочность.   | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |  | <b>Лабораторная работа № 2.</b><br>Решение задач на срез и смятие.  | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       |  | <b>Практическое занятие № 2.</b><br>Прочность заклёпочных соединений.   | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
| 2     | <b>Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня».</b>         |   |  |                                       | <b>6</b>     |
|       | Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики                         | <b>Лекция № 3.</b><br>Геометрические характеристики: площадь, статический момент, центр сечения, осевой момент  | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1                                |                                       | 2            |

| № п/п | № раздела                                 | № и название лекций/<br>лабораторных работ/<br>практических занятий  | Формируемая<br>компетенция<br>(индикатор<br>достижения<br>компетенции) | Вид<br>контрольного<br>мероприятия    | Кол<br>часов |
|-------|---|--|--|---------------------------------------|--------------|
|       | ки».                                      | инерции, полярный момент инерции. Теорема Гюйгенса.  | (УК-1.1; УК-1.2)   |                                       |              |
|       |   | <b>Практическое занятие № 3.</b><br>Вычисление геометрических характеристик прямоугольника, треугольника, круга.             | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 3.</b><br>Геометрические характеристики сложных сечений, состоящих из нескольких фигур и отверстий. | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
| 3     | <b>Раздел 3 «Плоский изгиб».</b>          |  |  |                                       | 12           |
|       | Тема 3.1 «Механика изгиба стержня».       | <b>Лекция № 4</b><br>Внешние и внутренние нагрузки при изгибе. Напряжения при чистом изгибе.                                 | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 4.</b><br>Экспериментальное определение нормальных напряжений при поперечном изгибе.                | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       | Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе» | <b>Практическое занятие № 4.</b><br>Осевой момент сопротивления. Расчёт на прочность при изгибе.                             | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       | Тема 3.3 «Деформация изгиба».             | <b>Лекция № 5.</b><br>Деформации при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора. Формула Верещагина.                                    | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 5.</b><br>Экспериментальная проверка формулы Верещагина.  | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       |   | <b>Практическое занятие № 5.</b><br>Расчёт деформаций при изгибе.  | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 4            |
| 4     | <b>Раздел 4 «Деформация кручения».</b>    |  |  |                                       | 6            |
|       | Тема 4.1 «Механика кручения».             | <b>Лекция № 6.</b><br>Внешние и внутренние нагрузки при кручении. Касательные напряжения в поперечном сечении круглого вала. | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |

| № п/п | № раздела   | № и название лекций/<br>лабораторных работ/<br>практических занятий  | Формируемая<br>компетенция<br>(индикатор<br>достижения<br>компетенции) | Вид<br>контрольного<br>мероприятия    | Кол<br>часов |
|-------|---|--|--|---------------------------------------|--------------|
|       | Тема 4.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при кручении вала». | <b>Практическое занятие № 6.</b><br>Задачи на кручение круглых и некруглых валов.                          | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 6.</b><br>Экспериментальное исследование деформации цилиндрической пружины.       | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
| 5     | <b>Раздел 5 «Ударные нагрузки».</b>                           |  |  |                                       | 6            |
|       | Тема 5.1 «Коэффициент динамичности».                          | <b>Лекция № 7.</b><br>Динамические нагрузки. Вывод формулы коэффициента динамичности.                      | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       | Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»          | <b>Практическое занятие № 7.</b><br>Задачи на ударные нагрузки при деформациях растяжение-сжатие и изгибе. | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 7.</b><br>Экспериментальное исследование деформаций при ударе.                    | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
| 6     | <b>Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».</b>          |  |  |                                       | 6            |
|       | Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки»             | <b>Лекция № 8.</b><br>Вывод формулы Журавского.  | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Практическое занятие № 8.</b><br>Учёт касательных сил в конструкциях.                                   | ОПК-1<br>(ОПК-1.1)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 8.</b><br>Экспериментальное определение центра изгиба.                            | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |

**Содержание лекций/лабораторных занятия  
(4 семестр)**

| № п/п  | № раздела  | № и название лекций/ лабораторных занятий   | Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)  | Вид контрольного мероприятия          | Кол часов |
|--|--|---|---|---------------------------------------|-----------|
| 7  | <b>Раздел 7 «Косой изгиб».</b>                                     |   |   |                                       | <b>6</b>  |
|  | Тема 7.1 «Нормальные напряжения в сечении балки при косом изгибе»  | <b>Лекция № 9.</b><br>Определение напряжений при косом изгибе.                                  | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2) |                                       | <b>2</b>  |
|  |  | <b>Лабораторная работа № 9.</b><br>Задачи на косой изгиб.                                       | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                     | Устный опрос<br>Решение типовых задач | <b>2</b>  |
|  |  | <b>Лабораторная работа № 10.</b><br>Экспериментальное исследование деформаций при косом изгибе. | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                     | Устный опрос                          | <b>2</b>  |
| 8  | <b>Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»</b>                  |   |   |                                       | <b>6</b>  |
|  | Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии» | <b>Лекция № 10.</b><br>Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии               | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2) |                                       | <b>2</b>  |
|  |  | <b>Лабораторная работа № 11.</b><br>Исследование напряжений при внецентренном растяжении.       | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                     | Устный опрос                          | <b>2</b>  |
|  |  | <b>Лабораторная работа № 12.</b><br>Анализ распределения напряжений при растяжении-сжатии.      | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                     | Устный опрос<br>Решение типовых задач | <b>2</b>  |
| 9  | <b>Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»</b>                    |   |   |                                       | <b>8</b>  |
|  | Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»                           | <b>Лекция № 11.</b><br>Закономерности плоского напряжённого состояния.                          | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2) |                                       | <b>2</b>  |
|  |  | <b>Лабораторная работа № 13.</b><br>Исследование напряжений при изгибе с кручением.             | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                     | Устный опрос                          | <b>4</b>  |
| <b>Лабораторная работа № 14.</b><br>Определение главных площадок и главных напряжений. |  | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)   | Устный опрос<br>Решение типовых задач                       | <b>2</b>                              |           |

| № п/п | № раздела   | № и название лекций/<br>лабораторных занятий  | Формируемая<br>компетенция<br>(индикатор<br>достижения<br>компетенции) | Вид<br>контрольного<br>мероприятия    | Кол<br>часов |
|-------|---|---|--|---------------------------------------|--------------|
| 10    | <b>Раздел 10 «Теории прочности»</b>                               |   |  |                                       | <b>6</b>     |
|       | Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии» | <b>Лекция № 12.</b><br>Теории прочности. Теория Кулона, энергетическая теория, теория Мора.                 | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 15.</b><br>Применения теории прочности Кулона при изгибе с кручением.              | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 16.</b><br>Задачи на изгиб с кручением.  | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
| 11    | <b>Раздел 11 «Статически неопределимые системы»</b>               |   |  |                                       | <b>6</b>     |
|       | Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»                | <b>Лекция № 13.</b><br>Методика решения статически неопределимых рам.                                       | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 17.</b><br>Экспериментальное определение реакций в статически неопределимой балке. | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 18.</b><br>Расчёты на прочность статически неопределимой балки.                    | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
| 2     | <b>Раздел 12 «Продольный изгиб»</b>                               |   |  |                                       | <b>6</b>     |
|       | Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»                                | <b>Лекция № 14.</b><br>Теория продольного изгиба.   | ОПК-5<br>(ОПК-5.1,<br>ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                                       | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 19.</b><br>Экспериментальное определение критической силы.                         | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос                          | 2            |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 20.</b><br>Расчёты сжатых стержней   | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                                | Устный опрос<br>Решение типовых задач | 2            |
| 13    | <b>Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках»</b> |   |  |                                       | <b>6</b>     |
|       | Тема 13.1 «Опре-  | <b>Лекция № 15.</b>   | ОПК-5  |                                       | 2            |

| № п/п | № раздела                                     | № и название лекций/ лабораторных занятий   | Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции) | Вид контрольного мероприятия | Кол часов |
|-------|---|---|--|------------------------------|-----------|
|       | деление напряжений при циклических нагрузках» | Методика расчёта при циклических нагрузках.   | (ОПК-5.1, ОПК-5.2);<br>УК-1<br>(УК-1.1; УК-1.2)            |                              |           |
|       |   | <b>Лабораторная работа № 21.</b><br>Экспериментальное определение предела выносливости. | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                    | Устный опрос                 | 2         |
|       | Тема 13.2 «Вязкость материала»                | <b>Лабораторная работа № 22.</b><br>Экспериментальное определение ударной вязкости.     | УК-1<br>(УК-1.3);<br>ОПК-1<br>(ОПК-1.2)                    | Устный опрос                 | 2         |

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

| № п/п   | № раздела и темы  | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  |
|---|---|--|
| <b>Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел»</b> |   |  |
| 1.  | Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие».<br>Тема 1.4 «Деформация среза».  | Как определить внутренние нагрузки? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)<br>Как вычислить напряжение смятия? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)    |
| <b>Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений»</b>                 |   |  |
| 2.  | Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики».                              | Что есть осевой момент инерции сечения? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)   |
| <b>Раздел 3 «Плоский изгиб»</b>   |   |  |
| 3.  | Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе».<br><br>Тема 3.3 «Деформация изгиба». | Напишите условие прочности при изгибе. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)<br>Как определить деформацию балки? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2) |
| <b>Раздел 4 «Деформация кручения»</b>                                   |   |  |
| 4   | Тема 4.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при кручении вала»                    | Какая деформация у проволоки винтовой цилиндрической пружины? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)   |
| <b>Раздел 5 «Ударные нагрузки».</b>                                     |   |  |
| 5   | Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»                            | Как уменьшить коэффициент динамичности при ударе? (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1;  |



| № п/п   | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  |
|---|--|--|
|   |  | ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)   |
| <b>Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе»</b>               |  |  |
| 6   | Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки»                  | Где в сечении балки касательные напряжения максимальны?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)      |
| <b>Раздел 7 «Косой изгиб»</b>                                     |  |  |
| 7   | Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе»        | Как в сечении балки при косом изгибе проходит нулевая линия?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2) |
| <b>Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»</b>                 |  |  |
| 8   | Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии» | Что такое ядро сечения?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)                                      |
| <b>Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»</b>                   |  |  |
| 9   | Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»                           | Что определяет характер напряжённого состояния?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)              |
| <b>Раздел 10 «Теории прочности»</b>                               |  |  |
| 10  | Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»  | Какие напряжения действуют на главных площадках?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)             |
| <b>Раздел 11 «Статически неопределимые системы»</b>               |  |  |
| 11  | Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»                 | Что описывает каноническое уравнение перемещений?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)            |
| <b>Раздел 12 «Продольный изгиб»</b>                               |  |  |
| 12  | Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»                                 | Что такое критическая сила?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)                                  |
| <b>Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках»</b> |  |  |
| 13  | Тема 13.2 «Вязкость материала»                                     | Что отражает коэффициент ударной вязкости?<br>(УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2)                   |

## 5. Образовательные технологии

В соответствии с учебным планом дисциплины формами организации учебного процесса являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов.

**Лекции** предназначены для изложения теоретического материала в соответствии с содержанием разделов.

**Лабораторные работы** предназначены для закрепления теоретических знаний на практике; усвоение умений исследовательской работы; работы; применение теоретических знаний для решения практических задач; самопознание обучающихся и саморазвитие.

**Практические занятия** предназначены для решения задач и выполнения заданий в аудиториях, оборудованных макетами механизмов. Первая часть занятия посвящается поста-

новке задания по теме предшествующей лекции и изложению алгоритма выполнения задания. Вторая часть занятия посвящена выполнению задания по шагам алгоритма при поддержке преподавателя.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям.

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

| № п/п | Тема и форма занятия                                      | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |   |
|-------|---|---|---|
| 1.1   | «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия».       | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 1.2   | «Основные механические характеристики материалов»         | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Проблемное обучение                       |
| 1.3   | «Решение задач на растяжение-сжатие»                      | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 1.4   | «Деформация среза»  | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 2.1.  | «Основные геометрические характеристики».                 | ПЗ  | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | Л   | Проблемное обучение                       |
| 3.1   | «Механика изгиба стержня».                                | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 3.2   | Тема «Расчёт на прочность при изгибе»                     | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 3.3   | «Деформация изгиба».                                      | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Проблемное обучение                       |
| 4.1   | «Механика кручения».                                      | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 4.2   | «Расчёт на прочность и жёсткость при кручении вала».      | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 5.1   | «Коэффициент динамичности».                               | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Проблемное обучение                       |
| 5.2   | «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»               | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 6.1   | «Касательные напряжение в сечении балки»                  | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ПЗ  | Активное обучение                         |
| 6.1   | «Касательные напряжение в сечении балки»                  | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Проблемное обучение                       |
| 7.1   | «Нормальные напряжение в сечении балки при косом изгибе»  | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ЛР  | Активное обучение                         |
| 8.1   | «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии» | Л   | Проблемное обучение                       |
|       |   | ЛР  | Активное обучение                         |
| 9.1   | «Плоское напряжённое состояние»                           | Л   | Информационно-коммуникационная технология |
|       |   | ПЗ  | Проблемное обучение                       |

| № п/п | Тема и форма занятия                                    |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|-------|---|----|---|
| 10.1  | «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии» | Л  | Проблемное обучение   |
|       |   | ЛР | Активное обучение   |
| 11.1  | «Расчёт статически неопределимых систем»                | Л  | Проблемное обучение   |
|       |   | ЛР | Активное обучение   |
| 12.1  | «Расчёт сжатых стержней»                                | Л  | Проблемное обучение   |
|       |   | ЛР | Активное обучение   |
| 13.1  | «Определение напряжений при циклических нагрузках»      | Л  | Информационно-коммуникационная технология                                     |
|       |   | ЛР | Проблемное обучение   |
| 13.2  | «Вязкость материала»                                    | Л  | Проблемное обучение   |
|       |   | ЛР | Активное обучение   |

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – решение типовых задач, совместная работа студентов в группе при проведении и выполнении практических работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций.

#### **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

При изучении разделов дисциплины «Сопротивление материалов» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, решение типовых задач, выполнение и защита РГР.

**Промежуточный контроль знаний** зачёт и экзамен.

В учебном процессе применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Для допуска к зачёту и экзамену по курсу необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнить и защитить РГР.

#### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

*1) При изучении дисциплины «Сопротивление материалов» предусмотрена расчетно-графическая работа (РГР).*

РГР выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. РГР носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Excel. Оформляется РГР в текстовом редакторе Word.

**Примерные тематики РГР:**

#### **3 Семестр**

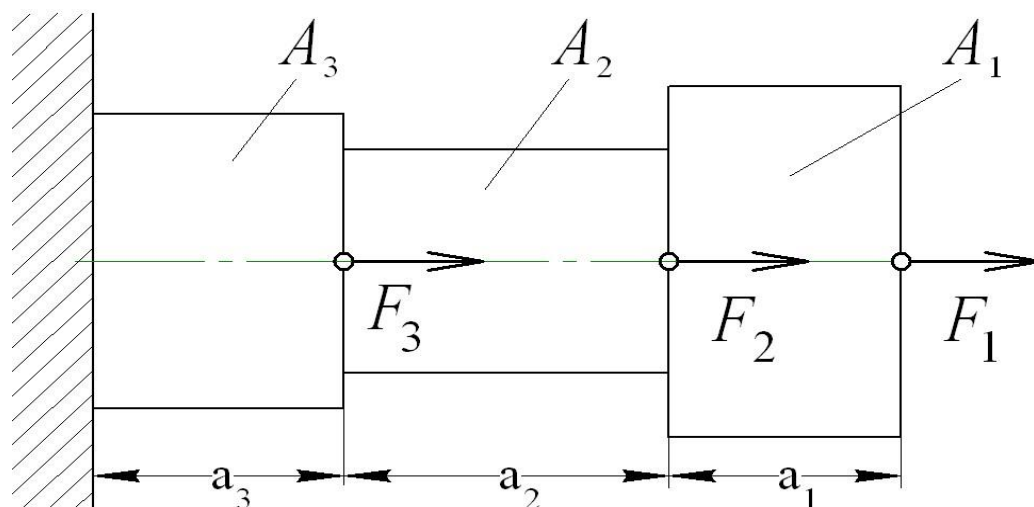
#### **РАЗДЕЛ 1. ПРОСТЫЕ ДЕФОРМАЦИИ**

Построить эпюры и определить деформацию стержня:  $F_1, F_2, F_3 \text{ кН}; a_1, a_2, a_3 \text{ м}; A_1, A_2, A_3 \text{ мм}^2$

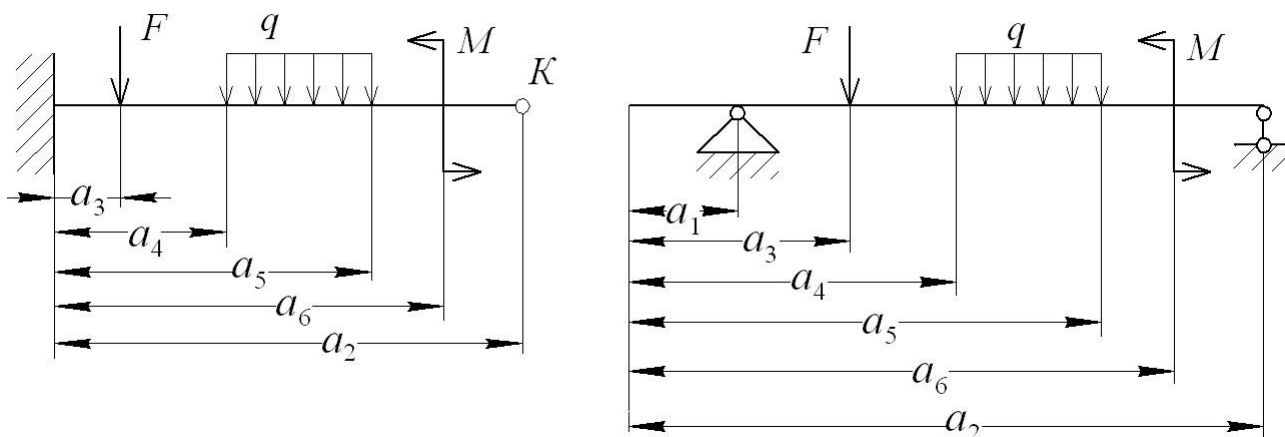
При расчете необходимо определить внутреннюю нагрузку – продольную силу  $N$ , нормальное напряжение  $\sigma$ , построить их эпюры и определить деформацию стержня.

Для ступенчатого стального стержня к которому приложены внешние силы:  $F_1, F_2, F_3, -\text{кН}$ ; площади поперечных сечений  $A_1, A_2, A_3 - \text{мм}^2$ ; длины ступеней  $a_1, a_2, a_3 - \text{м}$ ; требуется:

1. Построить эпюры продольных сил  $N$  и нормальных напряжений  $\sigma$ .
2. Найти перемещение свободного конца бруса  $\Delta L$ .
3. Необходимо определить внутренние нагрузки и нормальные напряжения на участках, построить их эпюры, и вычислить деформацию стержня.



### РАЗДЕЛ 3. ПЛОСКИЙ ИЗГИБ



Цель:

1. Построить эпюры поперечных сил  $Q$  и изгибающих моментов  $M_z$ .
2. Подобрать поперечное сечение из условия прочности для консольной балки в виде двутавра, а для балки на двух опорах – по чертежу задания
3. Определить перемещение свободного конца консольной балки

#### Конструкт решения задания

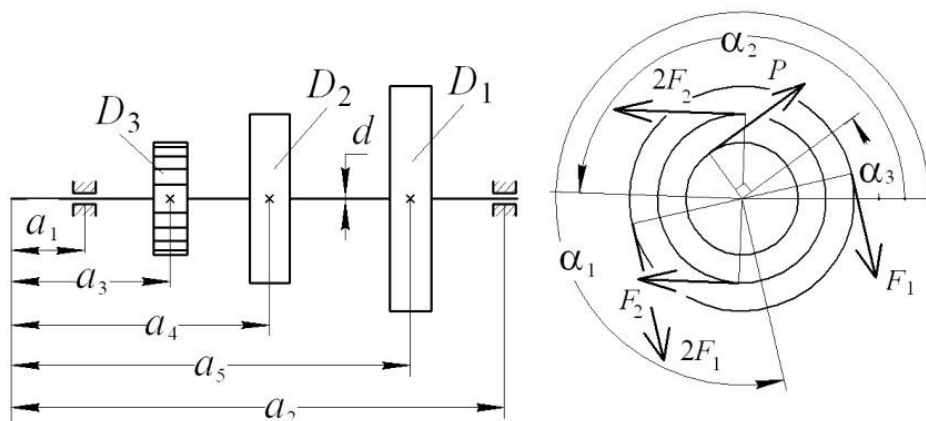
1. Определить вид деформации.
2. Использовать метод сечений.
3. Найти внутренние нагрузки.
4. Определить напряжение на каждом участке.
5. Построить их эпюры.
6. Определить продольную деформацию стержня.

Планируемый объем расчётно-графической работы – 5-10 страниц.

В случае обнаружения в работе недочётов, наличия в тексте работы большого числа грамматических ошибок, а также в случае небрежного оформления текста, расчётно-графическая работа возвращается на доработку.

**РАЗДЕЛ 9. СЛОЖНОЕ НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ**

На вращающемся с частотой  $n$ , круглом сплошном валу, установлены связанные с двигателями ремённой передачей два ведущих шкива с диаметрами  $D_1$  и  $D_2$ , передающие валу мощности  $N_1$  и  $N_2$ , а так же ведомая шестерня с диаметром  $D_3$ . Определить диаметр  $d$  стального вала по III теории прочности, приняв допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа.



**РАЗДЕЛ 12. ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ**

Для показанного на рисунке 16 сечения стержня (стойки), составленного из нескольких профилей, подобрать сечение из условия устойчивости на продольный изгиб при заданном коэффициенте запаса прочности  $n_T$ . Определить расстояние между приваренными к профилям соединительными планками из условия равной гибкости всего стержня и участка профиля между планками.

Исходные данные взять из таблицы 4. Материал Ст.3, предел текучести  $\sigma_T = 220$  МПа

| I | II | III | IV |
|---|----|-----|----|
|   |    |     |    |
| 1 | 5  | 9   | 13 |
|   |    |     |    |
| 2 | 6  | 10  | 14 |
|   |    |     |    |
| 3 | 7  | 11  | 15 |
|   |    |     |    |
| 4 | 8  | 12  | 16 |
|   |    |     |    |

**Вопросы для проведения текущего контроля освоения дисциплины (устный опрос):**

3 семестр

## **Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел»**

### **Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия»**

1. Какой вид деформации называется центральным растяжением?
2. Как определяется и строится эпюра нормальных сил в сечениях стержня?
3. Как вычисляются нормальные и касательные напряжения в поперечных и наклонных сечениях стержня?
4. Как определяются абсолютная и относительная деформации?
5. Как формулируется закон Гука и какие величины в него входят?

### **Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов»**

6. Назовите статические характеристики прочности и пластичности.
7. Как строится диаграмма растяжения стали?

### **Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие»**

8. Что называется «Допускаемым напряжением»?
9. Напишите условие прочности при растяжении сжатии.

### **Тема 1.4 «Деформация среза»**

10. Как записывается закон Гука при сдвиге?
11. Условие прочности при срезе?
12. Условие прочности при смятии?
13. Где опасное сечение флангового сварного шва?

## **Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня»**

### **Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики»**

14. Как определяется статический момент инерции плоской фигуры относительно оси?
15. Как определяется осевой момент инерции плоской фигуры?
16. Как определяется полярный момент инерции плоской фигуры?
17. Каковы размерности статического момента инерции и осевого момента инерции плоской фигуры?
18. Как определяются координаты центра тяжести плоской фигуры?
19. Какие оси называются главными центральными осями инерции?
20. Чему равен центробежный момент инерции относительно главных осей инерции?
21. В каких случаях можно определить положения главных осей инерции без вычислений?
22. В чём особенность главных осей инерции фигуры с тремя осями симметрии?

## **Раздел 3 «Плоский изгиб»**

### **Тема 3.1 «Деформация изгиба стержня»**

23. Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию?
24. Что представляет собой нейтральный слой и нейтральная ось?
25. Чем отличаются чистый и поперечный изгибы?
26. Какие внутренние нагрузки возникают в поперечном сечении балки при поперечном изгибе?

### **Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе»**

27. Как формулируется теорема Журавского?
28. Позволяет ли теорема Журавского проверять правильность построения эпюр поперечной силы и изгибающего момента в поперечных сечениях балки? Если да, то как именно?
29. Как определяется момент сопротивления при изгибе
30. В каких точках сечения балки возникают наибольшие нормальные напряжения?

### **Тема 3.3 «Деформация изгиба»**

31. Какие перемещения получают точки балки при прямом изгибе?
32. Напишите интеграл Максвелла-Мора.
33. Напишите формулу Верещагина?

## **Раздел 4 «Деформация кручения»**

### **Тема 4.1 «Деформация кручения».**

35. Как вычисляется вращающий момент по заданной мощности и угловой скорости в оборотах в минуту?
36. Как строятся эпюры крутящих моментов?
37. Как определяется полный и относительный углы закручивания вала?
38. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала круглого сечения при кручении?
39. Как производится расчет на прочность вала при кручении?
40. Как производится расчет на прочность при кручении вала прямоугольного сечения?

## **Раздел 5 «Ударные нагрузки»**

### **Тема 5.1 «Коэффициент динамичности»**

41. Какое явление называется ударом?
42. Какая гипотеза лежит в основе теории удара в курсе сопротивления материалов?
43. Дайте определение динамического коэффициента при ударе.

### **Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»**

44. Как определяются перемещения и напряжения при ударе?
45. Какие конструктивные решения позволяют уменьшить напряжения при ударе?
46. Зависят ли напряжения при ударе от модуля упругости материала?

## **Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».**

### **Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки».**

47. Напишите формулу Журавского.
48. Как определить экспериментально центра изгиба?
49. Где в сечении балки возникают наибольшие касательные напряжения?

## **4 семестр**

## **Раздел 7 «Косой изгиб»**

### **Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе»**

50. Какой изгиб называется косым?
51. Может ли балка круглого сечения испытывать косой изгиб?
52. Сочетанием каких видов изгиба является косой изгиб?
53. Как находится положение нейтральной линии при косом изгибе?
54. Что представляют собой опасные точки сечения и как они определяются при косом изгибе?

## **Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»**

### **Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии»**

55. Как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении и сжатии?
56. По каким формулам определяются нормальные напряжения при внецентренном растяжении и сжатии?
57. Как определяется и строится ядро сечения?

## **Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»**

### **Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»**

58. Какое напряжённое состояние называется плоским?
59. Какое напряжённое состояние называется пространственным?
60. Что такое главные площадки и главные напряжения?
61. Чем характерно напряжённое состояние «Всестороннее сжатие»?
62. Какой случай плоского напряжённого состояния называется чистым сдвигом?
63. На каких площадках действуют максимальные касательные напряжения?

## **Раздел 10 «Теории прочности»**

### **Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»**

64. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала при изгибе с кручением?  
65. Какие точки круглого поперечного сечения вала являются опасными при изгибе с кручением?  
66. Как рассчитывается на прочность вал круглого сечения при изгибе с кручением?

### **Раздел 11 «Статически неопределимые системы»**

#### **Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»**

67. Какие системы называются статически неопределимыми?  
68. Как определяется степень статической неопределимости системы?  
69. Какая система называется геометрически неизменяемой?  
70. Что выражает каждое из канонических уравнений?

### **Раздел 12 «Продольный изгиб»**

#### **Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»**

71. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?  
72. Дайте определения критической силы и критического напряжения.  
73. Дайте определение гибкости стержня.  
74. Что представляет собой коэффициент закрепления концов и чему он равен при различных видах закрепления стержня?  
75. Какой вид имеет условие устойчивости сжатого стержня?  
76. Как подбирается сечение стержня при расчете на устойчивость?

### **Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках»**

#### **Тема 13.1 «Определение напряжений при циклических нагрузках»**

77. Какие нагрузки называются статическими и какие – динамическими?  
78. Что называется циклом напряжений?  
79. Что представляет собой симметричный и асимметричный циклы?  
80. Что называется средним, максимальным, минимальным напряжением, амплитудой, коэффициентом асимметрии цикла напряжений?  
81. Что представляет собой кривая усталости (кривая Вёллера)?  
82. Что называется пределом выносливости?  
83. Как влияет на предел выносливости чистота поверхности?  
84. От каких основных факторов зависит величина требуемого коэффициента запаса прочности?  
85. Как определяются коэффициенты запаса прочности при симметричном цикле в случае изгиба, растяжения и сжатия, кручения?

#### **Тема 13.2 «Вязкость материала»**

86. Как экспериментально определяется коэффициент ударной вязкости?  
87. Что отражает и как учитывается в машиностроительном конструировании коэффициент ударной вязкости?

### **6.1.3 Перечень вопросов, выносимых на зачёт (3 семестр)**

1. Основные задачи и элементы конструкции машин, рассматриваемые сопротивлением материалов.
2. Основные упрощающие допущения и гипотезы, применяемые сопротивлением материалов.
3. Основные задачи и элементы конструкции машин, рассматриваемые сопротивлением материалов.
4. Внутренние нагрузки и напряжения при растяжении-сжатии стержня, продольная и поперечные деформации.
5. Напряжения и их характеристики; условие прочности.
6. Изгиб стержней: основные понятия, внутренние нагрузки.



7. Определение опорных реакций балок и внутренних нагрузок при плоском поперечном изгибе.
8. Внешние нагрузки и характер нагружения.
9. Внутренние нагрузки и их определение при плоской системе внешних нагрузок.
10. Условия прочности и жесткости при растяжении и сжатии стержня; виды расчетов стержней на прочность и жесткость.
11. Геометрические характеристики плоских сечений; виды, определение статических моментов и координат центра тяжести сечений.
12. Главные оси и главные моменты инерции плоских сечений.
13. Определение осевых и полярного момента сопротивления сечения.
14. Виды и определение моментов инерции плоских сечений.
15. Срез и смятие стержней, расчеты на прочность.
16. Внутренние нагрузки, деформации и напряжения при кручении стержней.
17. Чистый сдвиг и закон Гука; напряжения и деформации при сдвиге.
18. Расчеты на прочность заклепочных и сварных соединений.
19. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при расчетах балок на изгиб.
20. Напряжения при чистом изгибе.
21. Элементарные деформации и их характеристики; условие прочности;
22. Перемещения при изгибе балки; формула Верещагина.

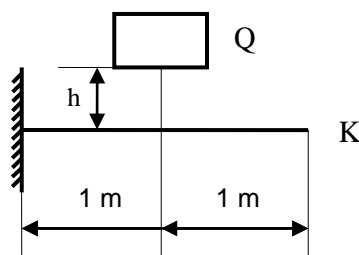
#### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен (4 семестр)**

1. Вывести формулу нормального напряжения  $\sigma$  в наклонной площадке при плоском напряжённом состоянии.
2. Вывести формулу касательного напряжения  $\tau$  в наклонной площадке при плоском напряжённом состоянии.
3. Вывести формулы главных деформаций при сложном напряжённом состоянии (обобщённый закон Гука).
4. Вывести расчетное уравнение теории максимальных касательных напряжений (3-я теория прочности).
5. Вывести расчетное уравнение теории энергии формоизменения (4-я теория).
6. Жесткость материала и её характеристики.
7. Вывести расчётное уравнение теории предельных состояний (5-я теория прочности).
8. Продольные и поперечные деформации при растяжении – сжатии. Вывод закона Гука и условия жёсткости.
9. Рассказать об испытаниях на кручение образцов из пластичной стали и чугуна.
10. Определение напряжений и деформаций для винтовых цилиндрических пружин(вывод).
11. Нормальные напряжения при неплоском изгибе. Условие прочности (Вывод)
12. Основные гипотезы (допущения) при ударе.
13. Уравнение нулевой линии при неплоском изгибе его частный случай. Свойства нулевой линии.
14. Коэффициент динамичности при ударе. Частные значения.
15. Нормальные напряжения и положение нулевой линии при совместном действии продольных и поперечных сил (Вывод).
16. Влияние качества поверхности на предел выносливости.
17. Уровень нулевой линии при внецентренном растяжении-сжатии, его исследование.
18. Концентрация напряжений при повторно-переменных нагрузках.
19. Определение перемещений при неплоском изгибе.
20. Влияние размера поперечного сечения на предел выносливости.
21. Понятие о ядре сечения. Ядро сечения для прямоугольника и круга

22. Условия прочности для практический расчетов на продольный изгиб.
23. Изгиб с кручением круглых стержней.
24. Влияние вида деформаций на предел выносливости.
25. Степень статической неопределимости и ее отыскания.
26. Записать условие прочности при продольно-поперечном изгибе.
27. Понятие основной и эквивалентной систем.
28. Коэффициенты запаса циклической прочности.
29. Уравнения перемещений в статически неопределимых системах.
30. Определение критической силы при продольном изгибе (Эйлера).
31. Определение коэффициентов и свободных членов в канонических уравнений перемещений.
32. Формула Ясинского для продольного изгиба.
33. Вывод формулы Эйлера для продольного изгиба стержня.
34. Характеристики материала при ударе.
35. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня и влияние способа закрепления концов.
36. Диаграмма критических напряжений. Практический расчет на продольный изгиб.
37. Записать условие прочности при неплоском изгибе.
38. Расчёт на продольно-поперечный изгиб.
39. Записать условие прочности при растяжении (сжатии)
40. Продольный изгиб в упругопластической области. Формула Ясинского и пределы ее применимости.
41. Сложное сопротивление стержней. Методика изучения.
42. Напряжения и деформации при ударе. Вывод формулы коэффициента динамичности.
43. Свойства нулевой линии при нулевом изгибе.
44. Повторно-перемещённые (циклические) нагрузки. Виды циклов и их характеристики.
45. Условие прочности при изгибе с кручением круглых стержней. Выражение эквивалентного момента.
46. Теория усталостного разрушения.
47. Опытное определение предела выносливости.
48. Свойства нулевой линии при внецентренном растяжении.
49. Расчет ресурса при циклических нагрузках (симметричный цикл).
50. Определение системы статической неопределимости систем.
51. Расчет ресурса при циклических нагрузках (несимметричный цикл).
52. Влияние различных факторов на предел выносливости. Коэффициенты запаса усталостной прочности.
53. Вывести зависимости между моментами инерции сечения при повороте осей.

### Перечень типовых задач выносимых на экзамен

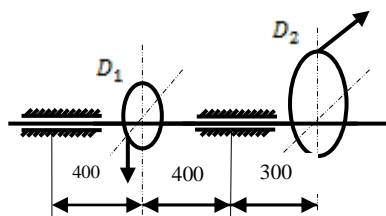
#### Задача 1



1. Определить допускаемую нагрузку и коэф. Запаса устойчивости для стойки  $d = 100 \text{ mm}$ ,  $l = 4\text{m}$ , материал Ст.3,  $[\sigma]_{\text{ст}} = 160\text{МПа}$ . Концы стойки шарнирно закреплены.

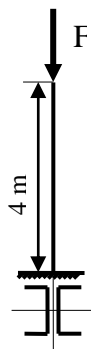
### Задача 2

1. Найти перемещение точки «К» при падении груза  $Q = 1 \text{ kH}$  с высоты  $h = 0,5\text{m}$ . Балка квадратного сечения со стороной  $a = 100 \text{ mm}$ ,  $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$



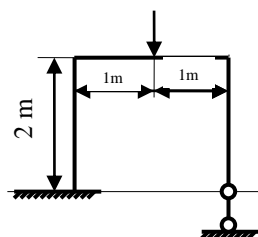
### Задача 3

1. Подобрать диаметр вала, если:  $D_1 = 100 \text{ mm}$ ,  $D_2 = 200 \text{ mm}$ ,  $[\sigma] = 150\text{МПа}$ . Передаваемый момент  $M_k = 5 \text{ kNm}$



### Задача 4

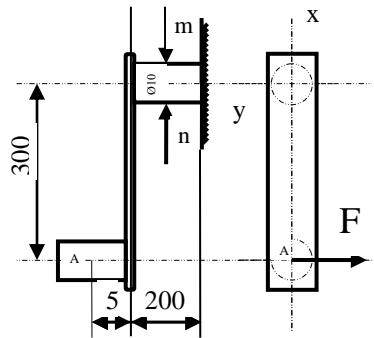
1. Подсчитать величину допускаемой нагрузки на стойку, составленную из двух швеллеров № 20, материал ст3,  $[\sigma]_{\text{ст}} = 160 \text{ МПа}$ . Профили расположены рационально с точки зрения устойчивости.



## РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ПРЯМОМ ИЗГИБЕ

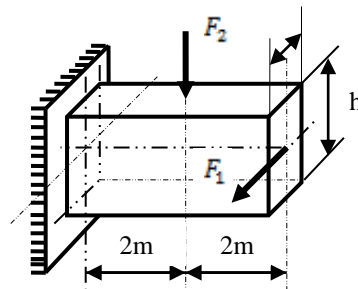
### Задача 5

1. Для П-образной рамы построить эпюру  $M$  сум.



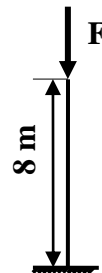
### Задача 6

2. Коленчатый стержень нагружен на цапфе в точке А горизонтальной силой  $F = 16 \text{ кН}$ . Определить расчетное напряжение в сечении m-n по 3-й теории прочности.



### Задача 7

1. Подобрать сечение балки, если  $[\sigma] = 12 \text{ МПа}$ ,  $F_1 = 4 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 20 \text{ кН}$ , n/b.



1. Определить допустимую нагрузку для стержня, имеющего сечение в виде уголка  $80 \times 80 \times 8 \text{ мм}$ . Материал Ст.3,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ , коэф. запаса устойчивости  $m = 2,8$ .

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Методика текущего контроля предусматривает устный опрос, целью которого является определение уровня усвоения каждого раздела изучаемой дисциплины.

Для допуска к зачёту необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнение РГР.

Для допуска к экзамену необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнение РГР.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования индикаторов достижения компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. При сдаче зачёта: «зачёт» или «незачёт», при сдаче экзамена знания оцениваются по четырём балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

## Критерии оценивания результатов обучения –зачёт

Таблица 7а

| Оценка  | Критерии оценивания   |
|---------|---|
| зачёт   | «зачёт» заслуживает студент, освоивший знания, умения, и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; выполнивший и защитивший РГР на высоком уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы.</b> |
| незачёт | «незачёт» заслуживает студент, не выполнивший РГР, не освоивший знания, умения, и теоретический материал, у которого практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>   |

## Критерии оценивания результатов обучения –экзамен

Таблица 7б

| Оценка   | Критерии оценивания   |
|--|---|
| Высокий уровень<br>«5»<br>(отлично)              | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; выполнивший и защитивший РГР на высоком уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>                            |
| Средний уровень<br>«4»<br>(хорошо)               | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, и логически правильно излагающий теоретический материал, выполнивший и защитивший РГР на высоком уровне допускающий не существенные неточностей в ответах; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; выполнивший и защитивший курсовую работу. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b> |
| Пороговый уровень<br>«3» (удовлетворительно)     | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, и теоретический материал; выполнивший и защитивший РГР; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>  |
| Минимальный уровень<br>«2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, и теоретический материал, не сформировавший практические навыки, не выполнивший РГР. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>   |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1038-5. — Текст : элек-

тронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/168383>

2. Кузьмин, Л. Ю. Сопротивление материалов : учебное пособие / Л. Ю. Кузьмин, В. Н. Сергиенко, В. К. Ломунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2056-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168995>

3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н. М. Беляев. - 15-е изд., перераб. - М.: Наука, 1976. - 607 с.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Туваев, В. Н. Сопротивление материалов : учебное пособие / В. Н. Туваев, В. А. Виноградов ; составители В. Н. Туваев [и др.]. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2015. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130859>

2. Шишлов, С. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / С. А. Шишлов. — Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149275>

3. Беляев Н.М., Беляевский С.М. Сборник задач по сопротивлению материалов, ред. Качурин В.К. /Н. М. Беляев, Беляевский С.М. - 11-е изд., стер. - М.: Наука, 1968. - 351 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Учебно-методический портал [www.elms.timacad.ru](http://www.elms.timacad.ru) (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Наименование программы | Тип Программы      | Автор                 | Год разработки |
|-------|--|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| 1     | Сопротивление материалов                         | Компас – 3D-V16        | Учебная            | Аскон                 | 2016           |
| 2     | Сопротивление материалов                         | AutoCAD 2020           | Учебная            | Autodesk              | 2020           |
|       | Сопротивление материалов                         | Microsoft Word         | Текстовый редактор | Microsoft Corporation | 2016           |
|       | Сопротивление материалов                         | Microsoft Excel        | Редактор таблиц    | Microsoft Corporation | 2016           |

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**   |
|--|---|
| 1  | 2   |
| 23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №18а   | 1.Мультимедийное оборудование:<br>экран Projecta SlimScreen Инв.№ 410134000001629<br>2.Проектор Acer 1260<br>Инв. №210134000001837<br>3.Ноутбук Asus Инв.№ 210134000001836) |

|  |   |
|--|---|
|  | 4.Редуктор Ц2У100 Инв. № 210134000002735 (Инв. № 210134000002079, № 210134000002080, № 210134000002083, № 210134000002084, № 210134000002085, № 210134000002086, № 210134000002087, № 210134000002091, №210134000002737, № 210134000002736)   |
| 23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №18а | 1.Разрывная машина ИМ<br>Инв.№ 410134000001819<br>2.Гидроунивер.маш. ИМЧ-30<br>Инв. №210134000001465.<br>3. Маш универс. УИМ-50<br>Инв. №210134000001763  |
| 23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №17  | Мультимедийное оборудование:<br>1. Проектор Acer7202<br>Инв. №410134000001628<br>2.Ноутбук Asus<br>Инв. №210134000001836<br>3. Штабелёр гидравлический 1 т Инв. № 210134000002593,<br>4.ВариаторВЦ-1-1-Ю1 Инв. № 210134000002738, 5. Машина МУУ-600 Инв. № 210134000001764<br>6.Порошковый электромагнитный нагрузочный тормоз ПТ-2,5 М 1 Инв. №210134000002074 |

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» по направлению 35.03.06 - Агроинженерия, направленности – Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, студент получает знания о расчетах на прочность, жесткость и устойчивость различных инженерных конструкций, которые применяются в агропромышленном комплексе.

Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
  - семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
  - групповые консультации;
  - курсовое проектирование (выполнение курсовых проектов);
  - индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
  - самостоятельная работа обучающихся;
  - занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.
- На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные

настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Сопротивление материалов» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты конструкций с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. При подготовке к выполнению лабораторной работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день ее выполнения или ближайшее время.

3. На практических занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

4. Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания.

Расчетно-графические работы следует выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Максимально использовать возможности производственной технологической практики на предприятии для визуального изучения имеющихся на предприятии автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Регулярно посещать тематические выставки например «Агропродмаш», «Золотая осень», «Агросалон» и др.

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, заданные преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, заданные преподавателем по теме практического задания.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.



## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекции, практические занятия, лабораторные работы, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование и т.п.

Практические занятия проводятся в виде решения задач по расчету внутренних сил и моментов, расчету и выбору целесообразного поперечного сечения, определению опасного сечения. Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Первый час каждого занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре программное обеспечение. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, выполнение курсового проекта. При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электронным системам, устройствам и элементам.

Для организации планомерной и ритмичной работы, повышения мотивации студентов к освоению дисциплины путём текущего контроля их учебной работы, повышения уровня организации образовательного процесса по дисциплине, а также стимулирования студентов к регулярной самостоятельной учебной работе. По результатам выполнения расчетно-графических работ выставляется итоговый балл, а по результатам ответа на вопросы по экзаменационному билету ставится экзамен.

Программу разработали:

Казанцев С.П., д.т.н., профессор

Серов Н.В., к.т.н., ст. преподаватель

Щукина В.Н., к.т.н., ассистент



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Б1.О.25.03 «Соппротивление материалов»**  
ОПОП ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленность  
«Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в  
агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Соппротивление материалов» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленность – Процессы и машины перерабатывающих производств в растениеводстве Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре сопротивления материалов и деталей машин (**разработчики: Казанцев Сергей Павлович**, доктор технических наук, профессор кафедры Сопротивления материалов и деталей машин; **Серов Никита Вячеславович**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Сопротивления материалов и деталей машин; **Щукина Варвара Николаевна**, кандидат технических наук, ассистент кафедры Сопротивления материалов и деталей машин).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришёл к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – **Б1.О.25.03**.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Соппротивление материалов» закреплены 2 общепрофессиональные компетенции ОПК-1, ОПК-5 и 4 индикатора компетенций (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2.), 1 универсальная компетенция УК-1 и 3 индикатора компетенций (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3;). Дисциплина «Соппротивление материалов» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Соппротивление материалов» составляет 5 зачётных единиц (180 часов).
7. Дисциплина «Соппротивление материалов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний и промежуточного контроля соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсами – 1 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Сопротивление материалов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Сопротивление материалов».

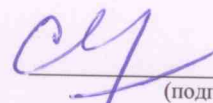
### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённой рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Сопротивление материалов» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленность «Технический сервис в агропромышленном комплексе; Технические системы в агробизнесе; Машины и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (квалификация выпускника – бакалавр), **разработанная** Казанцевым С.Н., Серовым Н.В. и Щукиной В.Н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных индикаторов компетенций.

**Рецензент** Андреев Сергей Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
«1» октября 2021 г.

Рецензия рассмотрена на заседании кафедры сопротивления материалов и деталей машин протокол № 4 от «7» октября 2021 г.

Заведующий кафедрой Казанцев С.П., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«7» октября 2021 г.