

386

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Кафедра теоретической и прикладной механики**

Рег. № П03Пп.03-23  
«05» 10 2022 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Декан агрономического факультета  
**Петров А.Ф.**

Агрономический факультет  
переименован в Институт фундаментальных и  
прикладных агробихотехнологий в соответствии  
с приказом ректора ФГБОУ ВО  
Новосибирский ГАУ от 04.02.2022 № 284-О  
**ФГОС 2020**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.23 Механика**

Шифр и наименование дисциплины

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Код и наименование направления подготовки

Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Направленность (профиль)

Курс: 2, 3

Семестр: 4, 5

Факультет: Инженерный институт

Очная  
очная, заочная, очно-заочная

**Объем дисциплины (модуля)**

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	очно-заочная	
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	<b>6 / 216</b>			<b>4, 5</b>
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	<b>104</b>			
Занятия лекционного типа	42			
Занятия семинарского типа	62			
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>112</b>			
<b>В том числе:</b>				
Курсовой проект / курсовая работа				
Контрольная работа / реферат / РГР	Кр / Кр			4, 5
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	Зач / Э			4, 5

Новосибирск 2022

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.02 *Природообустройство и водопользование*, утвержденного приказом Минобрнауки России от 26.05.2020 № 685.

**Программу разработал (и):**

Заведующий кафедрой теоретической  
и прикладной механики, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(должность)



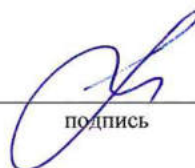
\_\_\_\_\_  
подпись

Тихонкин И.В.

\_\_\_\_\_  
ФИО

Старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной механики

\_\_\_\_\_  
(должность)



\_\_\_\_\_  
подпись

Ишутина Л.Н.

\_\_\_\_\_  
ФИО

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соответствующие с результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Механика в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций (УК, ОПК, ПК, ПСК, ПКО, ПКР, ПКВ<sup>1</sup>), представленных в таблице 1:

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способен участвовать в осуществлении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования.	<b>ИОПК-1.1.</b> Владеет методами управления процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования;	<b>знать:</b> – терминологию, основные понятия и определения в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования; <b>уметь:</b> – применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования; <b>владеть:</b> – методами управления процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования;
	<b>ИОПК-1.2.</b> Решает задачи, связанные с управлением процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования на основе использования естественнонаучных и технических наук при соблюдении экологической безопасности и качества работ.	<b>знать:</b> – основные требования работоспособности инженерных конструкций и сооружений; свойства и границы рационального применения типовых конструкций, используемых в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования; <b>уметь:</b> – решать задачи, связанные с управлением процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования и находить оптимальные параметры отдельных механизмов на основе использования естественнонаучных и технических наук при соблюдении экологической безопасности и качества работ; <b>владеть:</b> – методиками расчета и проектирования элементов конструкций, деталей и сборочных единиц общего назначения на основе использования естественнонаучных и технических наук при соблюдении экологической безопасности и качества работ.
<b>ОПК-3.</b> Способен использовать измерительную и вычислительную технику, информационно - коммуникационные технологии в сфере своей профессиональной деятельности в области природообустройства и водопользования	<b>ИОПК-3.1.</b> Знает и владеет информационными технологиями, методами измерительной и вычислительной техники.	<b>знать:</b> – возможности вычислительной техники, информационно-коммуникационных технологий для решения инженерных задач профессиональной деятельности в области природообустройства и водопользования; <b>уметь:</b> – находить с использованием информационно-коммуникационных технологий необходимую актуальную информацию в соответствии с техническим заданием, подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы конструкций при проектировании в сфере своей профессиональной деятельности в области природообустройства и водопользования; <b>владеть:</b> – информационными технологиями, методами измерительной и вычислительной техники при решении профессиональных задач в области природообустройства и водопользования.
	<b>ИОПК-3.2.</b> Умеет применять методы измерительной и вычислительной техники в области природообустройства и водопользования	<b>знать:</b> – возможности применения измерительной и вычислительной техники при выполнении расчетов узлов машин и механизмов, используемых в профессиональной деятельности в области природообустройства и водопользования; <b>уметь:</b> – применять методы измерительной и вычислительной техники в области природообустройства и водопользования, в т.ч. при оформлении графической и текстовой конструкторской документации в полном соответствии с требованиями ЕСКД; <b>владеть:</b> – методиками применения современного измерительного оборудования, регистрации обработки и результатов с использованием вычислительной техники в области профессиональных интересов природообустройства и водопользования

<sup>1</sup> УК – универсальные компетенции, ОПК – общепрофессиональные компетенции, ПК – профессиональные компетенции, ПСК – профессионально-специализированные компетенции, ПКО – профессиональные компетенции, установленные ПООП как обязательные, ПКР – профессиональные компетенции, установленные ПООП как рекомендуемые, ПКВ – профессиональные компетенции, установленные ОО.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Механика относится к обязательной части. Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: математика, физика, инженерная графика, материаловедение и технология конструкционных материалов и является основой для последующего изучения дисциплин: инженерные конструкции, машины и оборудование для природообустройства и водопользования, строительные системы сельскохозяйственного водоснабжения.

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения.

Таблица 2.1 Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов				Формируем. компетенции (ОПК, ПК)
		Лекции (Л)	Вид занятия (Пр)	Самост. работа (СР)	Всего	
<b>Семестр 4</b>						
<b>Раздел 1. Теоретическая механика</b>						
1.1	Статика. Основные понятия теоретической механики	2	2	4	8	ОПК-1, ОПК-3
1.2	Момент силы относительно точки. Пара сил.	1	2	5	8	ОПК-1, ОПК-3
1.3	Произвольная система сил в пространстве	1	2	5	8	ОПК-1, ОПК-3
1.4	Кинематика. Способы задания движения точки	1	2	5	8	ОПК-1, ОПК-3
1.5	Кинематика твердого тела	1	2	7	10	ОПК-1, ОПК-3
1.6	Сложное движение точки	1	2	7	10	ОПК-1, ОПК-3
1.7	Динамика. Введение в динамику системы	2	2	6	10	ОПК-1, ОПК-3
1.8	Принцип возможных перемещений	1	4	5	10	ОПК-1, ОПК-3
<b>Итого за семестр:</b>		<b>10</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	<b>72</b>	
<i>в т.ч. подготовка и выполнение контрольной работы</i>				12	12	
<i>подготовка к зачету</i>				9	9	
<b>Семестр 5</b>						
<b>Раздел 2. Основы теории механизмов и машин.</b>						
2.1	Основы структуры и классификации механизмов	2		4	6	ОПК-1, ОПК-3
2.2	Кинематический анализ плоских механизмов	2	2	2	6	
2.3	Общие методы динамического анализа механизмов	2	2	4	8	ОПК-1, ОПК-3
<b>Раздел 3. Сопротивление материалов</b>						
	Введение. Основные положения сопротивления материалов	1		1	2	ОПК-1, ОПК-3
3.1	Геометрические характеристики плоских сечений	1	1	2	4	ОПК-1, ОПК-3
3.2	Растяжение и сжатие	1	1	2	4	ОПК-1, ОПК-3
3.3	Устойчивость сжатых стержней	1	1	2	4	ОПК-1, ОПК-3
3.4	Сдвиг	1	1	2	4	ОПК-1, ОПК-3
3.5	Кручение	2	4	4	10	ОПК-1, ОПК-3
3.6	Изгиб	2	4	6	12	ОПК-1, ОПК-3
3.7	Перемещения при изгибе	1	2	5	8	
3.8	Сложное сопротивление	1	2	5	8	ОПК-1, ОПК-3
3.9	Основы теории напряженного и деформированного состояний	2		2	4	ОПК-1, ОПК-3
3.10	Прочность при динамических и переменных нагрузках	1	2	3	6	ОПК-1, ОПК-3
<b>Раздел 4. Детали машин и основы конструирования</b>						
4.1	Основы проектирования и надежной эксплуатации типовых элементов машин, приборов и аппаратов	2		2	4	ОПК-1, ОПК-3
4.2	Соединение деталей машин.	2	6	4	12	ОПК-1, ОПК-3

4.3	Механические передачи движения	2	8	8	18	ОПК-1, ОПК-3
4.4	Валы, оси и муфты	2	4	4	10	ОПК-1, ОПК-3
4.5	Опоры осей и валов	2	4	4	10	ОПК-1, ОПК-3
4.6	Корпусные детали механизмов.	2		2	4	ОПК-1, ОПК-3
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>32</b>	<b>44</b>	<b>62</b>	<b>144</b>	
	<i>в т.ч. подготовка и выполнение контрольной работы</i>			12	12	
	<i>подготовка к экзамену</i>			27	27	
	<b>Итого:</b>	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>112</b>	<b>216</b>	

Учебная деятельность состоит из лекций, практических занятий, самостоятельной работы, выполнения контрольных работ, подготовке к сдаче зачета и экзамена.

### 3.1.Содержание отдельных разделов и тем

#### Раздел 1. «Механика: Теоретическая механика»

##### **Тема 1.1 Статика. Основные понятия теоретической механики**

Основные понятия и аксиомы статики. Виды связей и реакции. Система сходящихся сил на плоскости. Проекция силы на ось и плоскость. Условие равновесия системы сходящихся сил на плоскости в геометрической и аналитической формах.

##### **Тема 1.2 Момент силы относительно точки. Пара сил.**

Момент силы относительно точки. Пара сил. Сила как мера механического взаимодействия материальных тел. Вектор силы, его модуль, направление и компоненты; точка приложения силы. Момент силы относительно точки (полюса), его свойства; вычисление проекций момента силы. Момент силы относительно оси.

Аксиомы статики. Следствие о переносе силы вдоль её линии действия. Связи и их реакции. Односторонние и двусторонние связи. Важнейшие примеры связей.

Произвольная система сил на плоскости. Условие равновесия произвольной плоской системы сил. Приведение произвольной системы сил к простейшему виду элементарными операциями. Теорема об условиях равновесия абсолютно твердого тела. Уравнения равновесия для произвольной, плоской и сходящейся системы сил, для системы параллельных сил. Равновесие систем твердых тел. Статически определимые и статически неопределимые системы. Последовательность действий при составлении уравнений равновесия системы твердых тел. Порядок решения задач о равновесии систем твердых тел при помощи компьютера.

Теорема Вариньона. Система параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела. Плоские и пространственные фермы, методы их статического расчета (метод вырезания узлов, метод Риттера). Инварианты произвольной системы сил (статические инварианты). Силовой винт и его элементы приведения; теорема Вариньона.

##### **Тема 1.3 Произвольная система сил в пространстве**

Произвольная система сил в пространстве. Момент сил относительно оси. Условие равновесия произвольной системы параллельных сил в пространстве. Трение. Виды трения. Законы трения скольжения (при покое); угол трения и конус трения. Понятие о трении качения. Методы решений задач о равновесии систем твердых тел при наличии трения.

##### **Тема 1.4 Кинематика. Способы задания движения точки.**

Основные понятия кинематики. Скорость и ускорение точки при различных способах задания движения. Системы отсчета. Способы задания движения точки. Уравнения траектории точки. Скорость и ускорение точки при различных способах задания её движения.

##### **Тема 1.5 Кинематика твердого тела.**

Основные положения кинематики твердого тела. Простейшие виды движения твердого тела (поступательные движения твердого тела, вращение тела вокруг неподвижной оси). Поступательное движение твердого тела. Траектории, скорости и ускорения точек тела при поступательном движении. Векторы угловой скорости и углового ускорения твердого тела. Формула Эйлера для скоростей точек твердого тела. Формула Ривальса для ускорений точек твердого тела.

Преобразование простейших движений тел. Частные случаи движений тела – равномерное и равнопеременное движения. Плоское (плоскопараллельное) движение твердого тела. Векторы угловой скорости и углового ускорения твердого тела при плоском движении. Распределение скоростей и ускорений точек твердого тела при плоском движении. Вращательное движение твердого тела; распределение скоростей и ускорений точек твердого тела при вращательном движении. Мгновенный центр скоростей, методы его нахождения.

Мгновенный центр ускорений, методы его нахождения.

##### **Тема 1.6 Сложное движение точки**

Относительное, переносное и абсолютное движение точки. Теорема Кориолиса о сложении скоростей. Сложное движение точки; абсолютное, переносное и относительное движения. Теоремы о скоростях и ускорениях точки при сложном движении. Кориолисово ускорение.

### **Тема 1.7 Динамика. Введение в динамику системы.**

Силы внешние и внутренние. Центр масс механической системы. Динамика механической системы. Динамика материальной точки. Аксиомы динамики. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Количество движения материальной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в векторной и координатной формах. Первая и вторая задачи динамики. Порядок решения второй задачи динамики точки аналитическими и численными методами.

Примеры интегрируемых задач динамики материальной точки (случаи уравнений с разделяющимися переменными, линейных уравнений с постоянными коэффициентами).

Динамика системы материальных точек. Силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек в инерциальной системе отсчёта. Система материальных точек как модель материального тела (или системы материальных тел).

Количество движения системы материальных точек. Количество движения твёрдого тела. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и интегральной формах. Случаи сохранения количества движения системы материальных точек; интегралы количества движения.

Центр масс механической системы, его свойства. Теорема о движении центра масс.

Кинетический момент системы материальных точек относительно полюса, его проекции на координатные оси и правило преобразования при смене полюса. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно неподвижного полюса в дифференциальной и интегральной формах. Случаи сохранения кинетического момента системы относительно неподвижного полюса; интегралы кинетического момента. Момент инерции и кинетический момент твёрдого тела относительно оси. Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения движений свободной системы.

Осевые и центробежные моменты инерции, их свойства; радиус инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Элементарная и полная работа силы. Мощность силы. Работа и мощность системы сил. Теорема о мощности системы сил, действующих на абсолютно твёрдое тело. Мощность пары сил.

### **Тема 1.8 Принцип возможных перемещений**

Классификация связей. Возможные перемещения системы. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики системы. Принцип Даламбера для механической системы. Кинетическая энергия материальной точки и системы материальных точек. Теорема Кёнига. Кинетическая энергия твёрдого тела при различных видах его движения. Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной и интегральной формах.

## **Раздел 2. «Механика: Основы теории механизмов и машин»**

### **Тема 2.1 Основы структуры и классификации механизмов**

Основные понятия и определения. Классификация кинематических пар. Кинематические цепи. Кинематическая и структурная схемы механизма.

Степень подвижности механизма. Классификация механизмов. Структурный анализ механизмов.

### **Тема 2.2 Кинематический анализ плоских механизмов**

Методы кинематического анализа механизмов. Графический метод определения положений звеньев механизмов и траекторий точек.

Графоаналитический метод определения скоростей и ускорений с помощью планов

### **Тема 2.3 Общие методы динамического анализа механизмов**

Задачи динамики механизмов и машин. Силовой анализ механизма. Условия статической определимости кинематических цепей. Мощность привода. Коэффициент полезного действия. Регулирование движения механизма. Неравномерность движения и способы его ограничения.

## **Раздел 3. «Механика: Сопротивление материалов»**

### **Вводная. Основные положения сопротивления материалов**

Основные понятия: прочность, жесткость, устойчивость, выносливость конструкции.

Определение науки о сопротивлении материалов и ее основные задачи. Основные понятия: прочность, жесткость, устойчивость, выносливость конструкции. Виды сопротивления.

Метод сечений, напряжения, перемещения и деформации. Закон Гука.

Внутренние силовые факторы в сечении детали. Концентрация напряжений. Концентраторы. Напряжения в произвольной точке сечения: нормальные  $\sigma$  и касательные  $\tau$ . Характеристики деформации: линейная  $\varepsilon$  и угловая  $\gamma$ . Закон Гука для упругих деформаций.

### **Тема 3.1 Геометрические характеристики плоских сечений**

Статические моменты сечения, моменты инерции, главные оси и главные моменты инерции, моменты сопротивления, радиусы инерции сечения. Статические моменты сечения  $S_x$  и  $S_y$ , моменты инерции – осевые  $I_x$ ,  $I_y$ ; центробежный  $I_{xy}$ ; полярный  $I_p$ , главные оси и главные моменты инерции  $I_1$  и  $I_2$ , моменты сопротивления – осевые  $W_x$ ,  $W_y$ ; полярный  $W_p$ , радиусы инерции сечения  $i_x$  и  $i_y$ . Геометрические характеристики стандартных прокатных профилей. Таблицы сортамента проката. Моменты инерции составных сечений. Зависимость между моментами инерции относительно осей, параллельных центральной. Изменение моментов инерции при изменении угла наклона осей.

Определение геометрических характеристик сечений. Определение геометрических характеристик составных сечений. Применение в практических расчетах на прочность и жесткость.

### **Тема 3.2 Растяжение и сжатие**

*Внутренние силы и напряжения, продольная и поперечная деформация.* Продольная (нормальная сила)  $N$  в сечении детали, правило знаков. Нормальные напряжения в поперечных сечениях и наклонных сечениях. Закон парности касательных напряжений. Выражение закона Гука по нормальным напряжениям. Модуль упругости материала  $E$  и его числовые значения. Абсолютная  $\Delta l$  и относительная  $\varepsilon$  продольная деформация. Коэффициент поперечной деформации  $\mu$  (коэффициент Пуассона).

*Основные механические характеристики материала.* Влияние основных факторов на механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения и сжатия материалов. Основные характеристики механических свойств: предел пропорциональности  $\sigma_p$ , предел упругости  $\sigma_y$ , предел текучести  $\sigma_T$ , предел прочности  $\sigma_B$ , относительное остаточное удлинение при разрыве  $\delta$ , относительное сужение площади сечения  $\psi$ . Допускаемые напряжения  $[\sigma]$ .

*Определение прочности при растяжении.* Условие прочности при растяжении. Типы расчетов на прочность: проектировочный, поверочный, расчет несущей способности.

### **Тема 3.3 Устойчивость сжатых стержней**

*Понятие о потере устойчивости, определение критических нагрузок. Продольный изгиб. Формулы Эйлера, Ясинского.*

Понятие о потере устойчивости, определение критических нагрузок. Продольный изгиб. Критическая сила и критические напряжения. Потеря устойчивости в пределах пропорциональности. Формулы Эйлера для критической силы и критических напряжений. Влияние на устойчивость способа закрепления стержня, коэффициент приведения длины  $\nu$ . Влияние на устойчивость материала и формы сечения, рациональные сечения сжатых деталей. Гибкость стержня  $\lambda$ . Границы применимости формулы Эйлера по гибкости. Потеря устойчивости за пределами пропорциональности. Формула Ясинского. Учет возможности потери устойчивости на стадии проектирования, коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения  $\varphi$ , таблицы для определения его значений. Условие устойчивости сжатого стержня.

*Определение прочности и устойчивости сжатых стержней.* Расчет на прочность и устойчивость сжатых стержней. Практические методы расчета стержней на устойчивость. Последовательность проектировочного расчета, способ последовательных приближений. Расчет поверочный, несущей способности.

### **Тема 3.4 Сдвиг**

*Понятие о срезе и сдвиге. Напряжения при сдвиге.* Понятие о срезе и сдвиге. Поперечная сила  $Q$  в сечении детали. Напряжения при сдвиге. Касательные напряжения при сдвиге. Характеристики деформации: сдвиг абсолютный  $\Delta S$  и относительный  $\gamma$ . Модуль сдвига материала  $G$ , его численные значения. Зависимость между тремя упругими постоянными материала  $E$ ,  $G$ ,  $\mu$ . Допускаемые напряжения при срезе  $[\tau]_{cp}$  и на смятие  $[\sigma]_{cm}$ .

*Определение прочности при сдвиге.* Расчеты на прочность при срезе и смятии. Условие прочности при срезе и его применение для расчета заклепочных (болтовых) соединений, пальцев, штифтов, шпонок, сварных швов. Смятие материала в зоне контакта двух деталей. Условие прочности при срезе (смятии). Практическое применение условия прочности на смятие для расчета разъемных соединений.

### **Тема 3.5 Кручение**

*Определение напряжений и деформаций при кручении круглого стержня.* Определение напряжений и деформаций при кручении круглого стержня. Внешние моменты кручения  $M_b$ , их определение через мощность и число оборотов вала. Внутренний крутящий момент  $T_x$ , правило знаков, построение эпюры крутящего момента. Деформации и напряжения при кручении. Кручение стержней круглого поперечного сечения. Максимальные касательные напряжения при кручении. Угол закручивания вала абсолютный  $\varphi$  и относительный  $\theta$ , формулы для их вычисления. Допускаемый (нормативный) угол закручивания  $[\theta]$  и его численные значения.

*Расчет винтовых цилиндрических пружин с малым шагом витка.* Расчет винтовых цилиндрических пружин с малым шагом витка. Внутренние силовые факторы в сечении витка пружины. Приближенная формула для определения касательных напряжений. Поправочный коэффициент. Индекс пружины. Условие прочности пружины, определение диаметра проволоки  $d$  и среднего диаметра витка  $D$ . Формула для вычисления осадки (хода) пружины  $\lambda$ . Условие жесткости пружины, определение числа витков.

*Кручение стержней некруглого поперечного сечения (тонкостенного профиля).* Кручение стержней некруглого поперечного сечения. Кручение стержней тонкостенного профиля.

*Определение прочности и жесткости при кручении.* Расчеты вала на прочность и жесткость при кручении. Виды расчетов: проектировочный, поверочный, определение несущей способности вала. Условие прочности при кручении. Условие жесткости вала. Определение рационального профиля поперечного сечения.

### **Тема 3.6 Изгиб**

*Общие понятия об изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент. Виды изгиба.* Общие понятия об изгибе. Поперечная сила  $Q$  и изгибающий момент  $M_x$ . Виды изгиба: прямой (плоский), чистый, поперечный, косой, пространственный. Дифференциальные зависимости при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Правила контроля эпюр внутренних силовых факторов при изгибе.

*Нормальные и касательные напряжения при изгибе, условия прочности при изгибе.* Нормальные и касательные напряжения при изгибе, условия прочности при изгибе. Нормальные напряжения в сечении балки при чистом изгибе, формула Навье, эпюра нормальных напряжений. Нейтральный слой балки, нейтральная линия в сечении, ее положение при плоском изгибе. Формула для определения максимальных нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям. Поперечный изгиб, касательные напряжения в сечении, формула Журавского. Эпюры касательных напряжений в прямоугольном и двутавровом сечениях. Составные балки. Рациональное расположение сечений, ассиметричных относительно нулевой линии. Балка переменного поперечного сечения.

*Определение прочности балки при изгибе.* Расчет балок на прочность, определение размеров простых сечений и профилей проката. Проектировочный расчет балки, определение размеров простых сечений и стандартных профилей проката. Поверочный расчет балки по касательным напряжениям.

### **Тема 3.7 Перемещения при изгибе**

*Понятие о перемещениях при изгибе. Упругая линия балки. Метод Мора, способ Верещагина.* Понятие о перемещениях при изгибе: прогиб балки  $y$  и угол поворота сечений  $\theta$ . Упругая линия балки. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Универсальное уравнение упругой линии. Теорема Кастилиано, интеграл Мора, способ Верещагина.

*Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений балок при прямом изгибе.* Определение перемещений балки при плоском изгибе. Грузовая эпюра моментов, ее разбивка на простые фигуры. Практическое определение перемещений при изгибе при помощи интеграла Мора.

### **Тема 3.8 Сложное сопротивление**

*Понятие о сложном сопротивлении. Косой, пространственный изгиб, изгиб с растяжением (сжатием) внецентренное сжатие, изгиб с кручением.* Понятие о сложном сопротивлении. Сложные виды сопротивления одноосного и двухосного напряженного состояния. Косой, пространственный изгиб, изгиб с растяжением (сжатием) внецентренное сжатие, изгиб с кручением. Внутренние силовые факторы в сечении. Положение нейтральной линии, нормальные напряжения в сечении. Условия прочности для пластичных и хрупких материалов. Поверочный расчет на прочность. Ядро сечения. Продольно-поперечный изгиб. Условие прочности при косом и пространственном изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов в ломаных стержнях и плоских рамах.

*Расчеты на прочность при пространственном изгибе.* Расчеты на прочность при косом, пространственном изгибе. *Расчеты на прочность при изгибе с кручением.* Расчеты на прочность при изгибе с растяжением (сжатием), изгибе с кручением. Величина эквивалентных напряжений по третьей, четвертой гипотезам прочности и по гипотезе Мора.

*Определение прочности при сложном сопротивлении.* Последовательность проектировочного расчета вала.

### **Тема 3.9 Основы теории напряженного и деформированного состояний**

*Напряженное состояние в точке. Определение напряжений в произвольно ориентированной площадке. Основные гипотезы прочности.* Напряженное состояние в точке. Исходные напряжения, их обозначение. Главные напряжения. Виды напряженного состояния: линейное, плоское, объемное. Главные напряжения и максимальные касательные напряжения при плоском напряженном состоянии. Определение напряжений в произвольно ориентированной площадке. Обобщенный закон Гука. Назначение гипотез. Оценка прочности при сложном напряженном состоянии. Эквивалентное напряженное состояние. Критерий равноопасности. Основные гипотезы прочности – первая, вторая, третья, четвертая, Мора.

*Расчет тонкостенных сосудов и толстостенных цилиндров.* Расчет тонкостенных сосудов и толстостенных цилиндров. Безмоментная теория оболочек вращения. Уравнение Лапласа. Расчет на прочность тонкостенных сосудов. Общие сведения о расчетах труб и оболочек, работающих в условиях наружного давления.

*Определение напряжений при сложном напряженном и деформированном состоянии.* Расчеты на прочность при сложном напряженном и деформированном состоянии.

### **Тема 3.10 Прочность при динамических и переменных нагрузках**

*Понятие о динамическом действии нагрузки и переменной нагрузке.* Понятие о динамическом действии нагрузки и переменной нагрузке. Динамические нагрузки в равноускоренном движении. Принцип Даламбера. Силы инерции при известных ускорениях движения. Коэффициент динамичности. Динамические напряжения. Определение инерционных нагрузок во вращающихся деталях.

*Напряжения и деформации при ударе.* Напряжения и деформации при ударе. Ударные нагрузки. Продольный и поперечный удары. Коэффициент динамичности. Напряжения и деформации в момент удара. *Напряжения и деформации при вынужденных колебаниях.* Напряжения и деформации при вынужденных колебаниях. Свободные гармонические колебания системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания. Резонанс. Критическая скорость вращения вала. Определение максимальных нормальных напряжений, возникающих при вынужденных колебаниях балки с двигателем. *Прочность при циклически изменяющихся напряжениях.* Прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Циклически меняющиеся напряжения. Усталостное разрушение. Выносливость материала. Характеристики цикла напряжений. Частные виды циклов. Экспериментальное исследование выносливости материала. Эффективный коэффициент концентрации. Коэффициент чувствительности материала к концентрации напряжений. Влияние на предел выносливости размеров детали и чистоты обработки поверхности. Влияние на предел выносливости эксплуатационных факторов. Методы повышения предела выносливости. Расчет на выносливость при симметричном цикле в случаях простого и сложного напряженного состояния. Расчет на выносливость при асимметричном цикле для простого и сложного напряженного состояния. *Определение прочности при динамических и переменных нагрузках*

## **Раздел 4. «Механика: Детали машин и основы конструирования»**

### **Тема 4.1 Основы проектирования и надежной эксплуатации типовых элементов машин, приборов и аппаратов**

Общие вопросы проектирования. Основные понятия. Общая классификация механизмов, узлов и деталей. Основы проектирования механизмов, стадии разработки. Требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие на них факторы.

Основные критерии, определяющие работоспособность элементов конструкций. Технологичность деталей механизмов. Прочность, жёсткость, износостойкость, теплостойкость, вибрационная устойчивость, надежность. Расчёт деталей машин. Выбор материалов для изготовления деталей машин.

#### **Тема 4.2 Соединение деталей машин.**

Классификация соединений: разъемные и неразъемные. Классификация внутри групп соединений. Резьбовые соединения. Основные понятия и классификация резьб. Стандарты на резьбы. Основные геометрические параметры резьб. Момент завинчивания в резьбе, коэффициент полезного действия, явление самоторможения. Расчет незатянутого резьбового соединения, нагруженного осевой силой. Расчет резьбового соединения, нагруженного осевой силой и крутящим моментом. Расчет резьбового соединения, нагруженного отрывающей силой. Расчет резьбового соединения, нагруженного силами в плоскости стыка. Расчет резьбового соединения, нагруженного внецентренной силой. Расчет фрикционно-винтового соединения.

Неразъемные соединения (заклепочные, клеевые, паянные, сварные). Заклепочные. Область применения. Способы соединения. Критерии работоспособности и расчета. Расчет заклепочных соединений. Сварные. Область применения. Достоинства и недостатки. Технология создания сварных соединений и ее влияние на работоспособность соединений. Критерии работоспособности и расчета. Расчет сварных соединений различных типов. Клеевые, паянные. Особенности конструкции, области применения, преимущества и недостатки. Расчет на прочность.

Разъемные соединения (шпоночные, шлицевые, клиновые, штифтовые). Шпоночные соединения. Классификация соединений. Область применения. Достоинства и недостатки. Критерии работоспособности и расчета шпоночных соединений. Расчет соединений врезной клиновой шпонкой. Расчет соединений тангенциальной шпонкой. Расчет соединений призматической шпонкой. Зубчатые (шлицевые) соединения. Общие сведения, область применения, достоинства и недостатки, классификация зубчатых соединений. Критерии работоспособности и расчета. Расчет зубчатых соединений.

Соединения деталей посадкой с натягом. Область их применения в машиностроении. Методы сборки. Необходимые нагрев или охлаждение соединяемых деталей. Прочность соединения. Профильные соединения. Область применения. Виды профильных соединений. Несущая способность соединений. Клеммовые соединения. Конструктивные исполнения. Обзор выполнения клеммовых соединений и их роль в современном машиностроении. Методика расчета для случая нагружения соединения: крутящимся моментом, осевой силой. Расчет клеммовых соединений, имеющих прорезь и с разъемной ступицей.

#### **Тема 4.3 Механические передачи движения**

Общие сведения о механических передачах. Назначения и классификация механических передач. Передаточное отношение. Место механических передач в современных машинах. Классификация механических передач. Тенденции и перспективы развития механических передач. Классификация передач.

Ременные и цепные передачи. Область применения и классификация передач. Геометрия и кинематика ременных передач. Силы и напряжения в ременных передачах. Критерии работоспособности и расчета ременных передач: типовая способность и долговечность. Кривые скольжения и расчет ременных передач по тяговой способности. Расчет ременных передач на долговечность. Передача «винт-гайка». Устройство, материалы расчет на прочность и износостойкость. Фрикционные передачи. Область применения, перспективные варианты фрикционных передач. Основы работоспособности передачи и вариаторы. Виды скольжения во фрикционных передачах. Критерии работоспособности и расчета передач. Методы расчета фрикционных передач. Волновые передачи. Назначение и область применения. Преимущества и недостатки волновых передач. Структура волновой зубчатой передачи. Классификация типовых структурных схем ВЗП. Кинематика волнового механизма. Расчет геометрии волнового зубчатого зацепления.

Зубчатые передачи. Основные геометрические параметры зубчатых колёс. Расчёты зубчатых передач на изгиб и контактную прочность зубьев. Общие сведения. Область применения. Классификация. Геометрия и кинематика. Виды разрушения и критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Расчетная нагрузка при расчете зубчатых передач.

Расчет передач прямозубыми цилиндрическими колесами по контактным напряжениям (проектный и проверочный). Расчет на изгиб в условиях интенсивного износа. Передачи косозубыми цилиндрическими колесами. Особенности геометрии и расчета по контактным напряжениям и на усталостный изгиб.

Зубчатые редукторы. Конические передачи. Область применения, классификация, достоинства и недостатки. Передачи прямозубыми коническими колесами. Геометрия и кинематика. Понятие об эквивалентной передаче. Силы, действующие в зацеплении. Расчет конических прямозубых колес по контактным напряжениям и напряжениям изгиба. Червячные передачи. Классификация, область применения, достоинства и недостатки. Геометрия и кинематика червячных передач. Силы, действующие в зацеплении. Критерии работоспособности и расчета червячных передач. Расчет червячных передач по контактным напряжениям. Расчет червячных передач на усталостный изгиб. Тепловой расчет и методы охлаждения червячных передач.

#### **Тема 4.4 Валы, оси и муфты**

Назначение, конструкция и материалы валов и осей. Расчет валов и осей. Муфты механических приводов. Классификация. Конструкции и материалы. Нагрузки на валы и расчетные схемы. Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов. Правила конструирования валов, способы повышения выносливости валов. Расчеты на прочность и жесткость.

Муфты механических приводов. Муфты для соединения валов. Классификация муфт. Компенсирующая, амортизирующая и демпфирующая способность муфт. Постоянные муфты. Глухие, упругие, компенсирующие. Конструкции и расчет. Сцепные управляемые муфты. Кулачковые и зубчатые муфты: форма зубьев, расчет зубьев, включение и выключение муфт. Самоуправляемые муфты. Предохранительные муфты с разрушающимися элементами, пружинно-кулачковые и фрикционные. Особенности конструкции и расчет. Обгонные муфты. Центробежные муфты.

#### **Тема 4.5 Опоры осей и валов**

Общие сведения, классификация подшипников. Область применения.

Подшипники скольжения. Принципы работы и варианты конструкций, в которых применяются подшипники скольжения. Виды трения в подшипниках скольжения. Критерии работоспособности и расчета подшипников скольжения, работающих при различных режимах трения. Расчет подшипников скольжения при работе в промежуточных режимах трения. Подшипники качения. Классификация, условные обозначения, стандарты подшипников 10Сечения. Кинематика и динамика подшипников качения. Критерии работоспособности подшипников качения. Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности. Подбор подшипников качения по статической грузоподъемности.

#### **Тема 4.6 Корпусные детали механизмов.**

Корпуса механизмов. Общая характеристика деталей корпусов. Основные положения расчета. Корпуса механизмов. Конструкция корпусов из заготовок, получаемых литьем, давлением, сваркой. Общая характеристика деталей корпусов. Конструирование, материалы, расчёт. Выбор оптимальных форм сечений, систем ребер и перегородок. Основные положения расчета. Выбор толщин стенок. Особенности конструирования литых и сварных деталей. Станины, крышки, стаканы.

### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **4.1 Список основной литературы**

1. Прикладная механика : учеб. пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко [и др.]. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 2-е изд., доп. и перераб. – 339 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znanium.com>]. – (Высшее образование). – <https://doi.org/10.12737/24838>. – ISBN 978-5-369-01660-2. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021436>. – Режим доступа: по подписке (ЭБС ИНФРА-М)

2. Механика: Учебное пособие для вузов / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, В.А. Лепихова. – М.: ИЦ РИОР: ИНФРА-М, 2018. – 512 с.: – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-369-00757-0. – Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/929689>. – Режим доступа: по подписке (ЭБС ИНФРА-М)

#### **4.2 Список дополнительной литературы**

1. Жуков, В. А. Механика. Основы расчёта и проектирования деталей машин : учебное пособие / В. А. Жуков, Ю. К. Михайлов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. – 349 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-009218-8. – Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052199>. – Режим доступа: по подписке. (ЭБС ИНФРА-М)

2. Прикладная механика: учебник: в 2 частях. Часть 1. Основы расчета, проектирования и моделирования механизмов / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, А.Г. Схиртладзе, Ю.И. Бровкина. – Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – ISBN 978-5-906818-58-4. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1001173>. – Режим доступа: по подписке. (ЭБС ИНФРА-М)

3. Соболев, А. Н. Прикладная механика: учебник : в 2 частях. Часть 2. Основы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, Ю.И. Бровкина. – Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2019. – 160 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-906818-57-7. – Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961770>. – Режим доступа: по подписке. (ЭБС ИНФРА-М)

#### **4.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Таблица 3 – Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань (ЭБС)	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
2.	Официальный сайт научно-издательского центра ИНФРА-М (ЭБС)	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
3.	Официальный сайт Инженерного института	<a href="http://www.mechfac.ru">http://www.mechfac.ru</a>

#### 4.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и самостоятельной работы

1. Механика. Ч.1 «Теоретическая механика»: задания и метод. указания по выполнению контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Л.Н. Ишутина. – Новосибирск, 2022. – 32 с.

2. Механика. Ч.2 «Прикладная механика»: задания и метод. указания. по выполнению контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Л.Н. Ишутина. – Новосибирск, 2022. – 38 с.

3. Прикладная механика: словарь терминов и определений / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов – Новосибирск, 2020. – 12 с.

4. Прикладная механика: тесты контроля остаточных знаний / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.А. Пшенов – Новосибирск, 2020. – 56 с.

#### 4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий

1. Электронные шаблоны для выполнения типовых расчетов при решении инженерных задач по дисциплине механика

2. Электронные шаблоны для проверки результатов расчетов и анализа возможных вариантов решения задач, при изменении материала, формы сечения, способа крепления или мест приложения внешней нагрузки.

3. Тесты для проверки остаточных знаний по изученным темам.

Перечень программного обеспечения приведен в таблице 4.

Таблица 4. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или правообладатель
1.	<i>САПР КОМПАС-3D V19</i>	<i>АСКОН КОМПАС-3D</i>
2.	<i>T-Flex CAD 11</i>	<i>T-FLEX CAD</i>
3.	<i>SunRav TestOfficePro 5</i>	<i>SunRav Office</i>

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Видеофильм	Соединения разъемные. Ч.1.avi	
2.	Видеофильм	Соединения неразъемные. Ч.2.avi	
3.	Видеофильм	Зубчатые передачи. Ч.3.avi	
4.	Видеофильм	Валы, оси и опоры. Ч.4.avi	
5.	Видеофильм	Подшипники скольжения и качения.avi	
6.	Видеофильм	Трение, смазка и изнашивание деталей машин.avi	
7.	Видеофильм	Фрикционные передачи вариаторы. avi	
8.	Видеофильм	Волновые зубчатые передачи.avi	
9.	Видеофильм	Виды зубчатых колес и типы зубчатых передач. Часть 1 и 2.avi	
10.	Видеофильм	Зубчато-рычажные механизмы.avi	
11.	Презентация	Классификация и структура механизмов	
12.	Презентация	Зубчатые и кулачковые механизмы	
13.	Презентация	Динамика машин и механизмов	

14.	Презентация	Кинематика машин и механизмов	
15.	Презентация	Соединения деталей машин.	
16.	Презентация	Механические передачи	
17.	Презентация	Валы, оси и муфты	
18.	Презентация	Опоры валов и осей.	
19.	Презентация	Корпусные детали механизмов. Упругие элементы.	
20.	Плакаты	Разъемные и неразъемные соединения	
21.	Плакаты	Механические передачи	
22.	Плакаты	Конструкции подшипников	
23.	Плакаты	Валы и оси	
24.	Плакаты	Классификация механических муфт	

## 5. Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
Н-110 «Лаборатория сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования».	Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	персональный компьютер, ЖК-телевизор; разрывная машина РМ-5; маятниковый копер; установка для испытания винтовых цилиндрических пружин; установка для определения устойчивости сжатых стержней; штатив, набор грузов и пружин для демонстрации закона Гука; модель установки для демонстрации вынужденных колебаний; установка для исследования изгиба двухопорной балки; макеты, плакаты, измерительные инструменты, образцы.
Н-327 «Учебная аудитория»	Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы и курсового проектирования	DLP-проектор, интерактивная доска SmartBoard, программное обеспечение, комплект плакатов со справочными данными, доска учебная, макеты.
Н-318 «Специализированная аудитория детали машин и основы конструирования»:	Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийный проектор, стационарный экран, персональные компьютеры (5 шт.) с выходом в Интернет; редукторы, макеты и разрезы редукторов, муфты, макеты муфт механических передач, макеты механических передач, модели зубчатых, цепных, ременных, червячных передач, комплекты подшипников, валов, шестерней, соединений; измерительное и прочее оборудование для выполнения лабораторных работ.

## 6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

Для аттестации студентов по дисциплине Механика используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

## 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « 29 » сентября 20 22 г. № 7

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры протокол от « 04 » октября 2022 г. № 4

Заведующий кафедрой

(должность)



подпись

Тихонкин И.В.

ФИО

Председатель  
учебно-методического совета,  
к.с./х.н., доцент

(должность)



подпись

Пальчикова Е.В.

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ г. №\_\_

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_  
нужное подчеркнуть

Председатель  
учебно-методического совета, к.б.н.,  
доцент

(должность)

подпись

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ г. №\_\_

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_  
нужное подчеркнуть

Председатель  
учебно-методического совета, к.б.н.,  
доцент

(должность)

подпись

ФИО