

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор МГСУ

*В.И. Теличенко*

В.И. Теличенко

*«4» октября* 2011 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки

151600 Прикладная механика

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

Очная

*г. Москва*  
2011 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основная образовательная программа высшего профессионального образования (ООП ВПО) обеспечивает нормативно-методическую базу освоения обучающимися общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 151600 – «Прикладная механика», квалификация (степень) выпускника бакалавр, а также с учетом потребностей регионального рынка труда и перспектив его развития.

ООП ВПО регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по направлению и профилю подготовки и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Миссия ООП ВПО состоит в фиксации комплексной развернутой социальной нормы вузовского уровня по отношению ко всем основным содержательным и организационным параметрам ВПО бакалавров в предметной области по направлению Прикладная механика.

Основная цель подготовки по программе состоит в практической реализации требований ФГОС ВПО по направлению Прикладная механика как федеральной социальной нормы в образовательной и научной деятельности вуза, с учетом особенностей его научно-образовательной школы и актуальных потребностей региональной сферы труда.

Задачи подготовки по программе:

- разработка учебного плана, графика и содержательной части учебного процесса, обеспечивающих условия для развития у студентов личностных качеств на основе общекультурных (универсальных, общенаучных, социально-личностных, инструментальных и др.) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки «Прикладная механика»;
- создание системы текущего, промежуточного и итогового контроля знаний как основы для объективной оценки фактического уровня сформированности обязательных результатов образования и компетенций у студентов на всех этапах их обучения в вузе;

*Требования к абитуриенту*

Абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании. Для участия в конкурсном отборе для поступления на направление Прикладная механика абитуриент предъявляет документы установленного образца о сдаче Единого государственного экзамена по математике, физике и русскому языку.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ бакалавра по направлению Прикладная механика

### 2.1 Область профессиональной деятельности:

- теоретические и расчетно-экспериментальные работы с элементами научных исследований, решение задач прикладной механики – задач динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов;
- применение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа наукоемких компьютерных технологий - программных систем компьютерного проектирования систем автоматизированной проектирования, программных систем инженерного анализа компьютерного инжиниринга;
- управление проектами, маркетинг; организация работы научных проектных и произ-

водственных подразделений, занимающихся разработкой и проектированием новой техники и технологий.

## **2.2 Объекты профессиональной деятельности:**

- физико-механические процессы и явления, машины, конструкции композитные структуры, сооружения, установки, агрегаты, оборудование приборы и аппаратура и многие другие объекты современной техники, различных отраслей промышленности, транспорта и строительства, для которых проблемы и задачи прикладной механики являются основными и актуальными и которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей основанных на законах механики.
- технологии: информационные технологии, наукоемкие компьютерные технологии, расчетно-экспериментальные технологии производственные технологии (технологии создания композиционных материалов, технологии обработки металлов давлением и сварочного производства, технология повышения износостойкости деталей машин и аппаратов), нанотехнологии;
- материалы: в первую очередь, новые, перспективные, многофункциональные и "интеллектуальные" материалы, материалы с многоуровневой или иерархической структурой, материалы техники нового поколения, функционирующей в экстремальных условиях, в условиях концентрации напряжений и деформаций, мало- и многоцикло-вой усталости, контактных взаимодействий и разрушений, различных типов изнашивания, а также в условиях механических, и тепловых внешних воздействий.

## **2.3 Виды профессиональной деятельности:**

- - расчетно-экспериментальная с элементами научно-исследовательской,
- - проектно-конструкторская,
- - производственно-технологическая,
- - инновационная,
- - организационно-управленческая

## **2.4. Задачи профессиональной деятельности:**

**расчетно-экспериментальная деятельность с элементами научно-исследовательской:**

- сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме прикладной механики; анализ поставленной задачи в области прикладной механики на основе подбора и изучения литературных источников;
- участие в разработке физико-механических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения исследований и решения научно-технических задач;
- участие в расчетно-экспериментальных работах в области прикладной механики в составе научно-исследовательской группы на основе классических и технических теорий и методов, достижений техники и технологий, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования для проведения механических испытаний,
- высокопроизводительных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий;
- составление описаний выполненных расчетно-экспериментальных работ, и разрабатываемых проектов, обработка и анализ полученных результатов, подготовка данных для составления отчетов и презентаций, подготовка докладов, статей и другой научно-технической документации;
- участие в оформлении отчетов и презентаций, написании рефератов, докладов и статей на основе современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати;

**проектно-конструкторская деятельность:**

- участие в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности,

устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин;

- участие в проектировании деталей и узлов с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов;
- участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций;
- участие в работах по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

***производственно-технологическая деятельность:***

- проведение расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных механических объектов,
- участие в работах по рациональной оптимизации технологических процессов;
- участие во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов машин и установок, механических систем различного назначения;

***инновационная деятельность:***

- участие во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики;

***организационно-управленческая деятельность:***

- участие в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области прикладной механики;
- участие в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности;
- участие в разработке планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения.

Выпускник по направлению подготовки «Прикладная механика» с квалификацией (степенью) «бакалавр» должен обладать следующими компетенциями:

**а) общекультурными (ОК):**

- - владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);
- - уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- - быть готовым к сотрудничеству с коллегами и к работе в коллективе (ОК-3);
- - находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность (ОК-4);
- - использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-5);
- - стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);
- - уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-7);
- - осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);
- - использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, быть способным анализировать социально значимые проблемы и процессы (ОК-9);
- - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях (ОК-10);
- - способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты гос-

ударственной тайны (ОК-11);

- - владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);
- - владеть одним из иностранных языков на уровне чтения и понимания научно-технической литературы, быть способным общаться в устной и письменной формах на иностранном языке (ОК-13);
- - владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК- 14);
- - уметь использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности (ОК-15);
- - быть готовым к профессиональному росту, самостоятельно пополнять свои знания, совершенствовать умения и навыки, самостоятельно приобретать и применять новые знания, развивать компетенции (ОК-16);
- - уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям России, толерантно воспринимать социальные и культурные различия и особенности других стран (ОК-17);
- - использовать в личной жизни и профессиональной деятельности этические и правовые нормы, регулирующие межличностные отношения и отношение к обществу, окружающей среде, основные закономерности и нормы социального поведения, права и свободы человека и гражданина (ОК-18);
- - владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК- 19);
- - владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть готовым к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-20);
- - владеть культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности (ОК-21);
- - понимать проблемы устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека (ОК-22);
- - владеть приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижение антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества (ОК-23).

**б) профессиональными (ПК):**

*общепрофессиональные:*

*расчетно-экспериментальными с элементами научно-исследовательских:*

- - быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-1);
- - применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);
- - быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям (ПК-3);
- - быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводи-

тельных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний (ПК-4);

- - составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации (ПК-5);
- - применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати (ПК-6);

*проектно-конструкторскими:*

- - проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания
- - передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов (ПК-7);
- - участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-8);
- - участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы (ПК-9);

*производственно-технологическими:*

- - выполнять расчетно-экспериментальные работы по многовариантному анализу характеристик конкретных механических объектов с целью оптимизации технологических процессов (ПК-10);
- - участвовать во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, процессов повышения надежности и износостойкости элементов и узлов машин и установок, механических систем различного назначения (ПК-11);

*инновационными:*

- участвовать во внедрении и сопровождении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-12);

*организационно-управленческими:*

- - участвовать в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области прикладной механики (ПК-13);
- - участвовать в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности (ПК-14);
- - разрабатывать планы на отдельные виды работ и контролировать их выполнение (ПК-15);
- - владеть культурой профессиональной безопасности, уметь идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-16);
- - быть готовым применять профессиональные знания для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-17).

### 3. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Основная образовательная программы бакалавриата направления подготовки 151600 «Прикладная механика», предусматривают изучение следующих учебных циклов:

- гуманитарный, социальный и экономический цикл;
- математический, естественнонаучный и общетехнический цикл;
- профессиональный цикл;

и разделов:

- физическая культура,
- учебная и производственная практики и/или научно-исследовательская работа,
- итоговая государственная аттестация.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную) часть, а также дает возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием дисциплин и модулей базовой части, позволяет обучающимся получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) продолжения профессионального образования в магистратуре.

Базовая часть цикла «Гуманитарный, социальный и экономический цикл» предусматривает изучение следующих обязательных дисциплин: «История», «Философия», «Иностранный язык».

Базовая часть профессионального цикла предусматривает изучение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

№ п/п	Наименование дисциплин	Трудоемкость в зачет- ных единицах	Трудоемкость в часах	Распределение часов по семестрам								
				1-й семестр	2-й семестр	3-й семестр	4-й семестр	5-й семестр	6-й семестр	7-й семестр	8-й семестр	Форма про- межуточной Аттестации
				Количество недель								
				16	16	16	16	16	16	13	13	
<b>Б.1</b>	<b>Гуманитарный, социальный и экономический цикл</b>	<b>30</b>	<b>1080</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>					
	<b>Базовая часть</b>	<b>15</b>	<b>540</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>					
1.	История	3	108	3								<b>3</b>
2.	Философия	3	108			3						<b>Э</b>
3.	Иностранный язык I	6	216	3	3							<b>Э</b>
4.	Экономика	3	108				3					<b>3</b>
	<b>Вариативная часть</b>	<b>15</b>	<b>540</b>	<b>3</b>		<b>6</b>	<b>6</b>					
	<b>Основная</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>3</b>		<b>6</b>	<b>3</b>					
1.	Психология социального взаимодействия	3	108	3								<b>3</b>
2.	Социология	3	108				3					<b>3</b>
3.	Правоведение. Основы законодательства в строи- тельстве.	3	108			3						<b>3</b>
4.	Иностранный язык II	3	108			3						<b>3</b>
	<i>Дисциплины по выбору студента</i>	<b>3</b>	108				<b>3</b>					
<b>Б.2</b>	<b>Естественнонаучный и общетехнический цикл</b>	<b>70</b>	<b>2520</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>15</b>				<b>5</b>	
	<b>Базовая часть</b>	<b>37</b>	<b>1332</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>3</b>				
1.	Математический анализ	11	396	5	6							<b>3, Э</b>
2	Аналитическая геометрия	3	108	3								<b>Э</b>
3	Линейная алгебра	3	108		3							<b>Э</b>
4	Информационные технологии	3	108	3								<b>Э</b>
5	Основы вариационного исчисления	3	108			3						<b>Э</b>
6	Уравнения математической физики	4	144				4					<b>Э</b>
7	Физика	7	252		4	3						<b>3, Э</b>



8	Экология	3	108						3			3
	<b>Вариативная часть</b>	<b>33</b>	<b>1188</b>	<b>3</b>		<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		
	<b>Основная</b>	<b>18</b>	<b>648</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			
1	Объектно-ориентированное программирование	6	216			3	3					3, Э
2	Численные методы механики	3	108				3					3
3	Основы функционального анализа и теория обобщенных функций	3	108					3				3
4	Теория функций комплексного переменного	3	108						3			3
5	Химия	3	108	3								3
	<i>Дисциплины по выбору студента</i>	<i>15</i>	<i>540</i>			<i>5</i>	<i>4</i>			<i>5</i>		
<b>Б.3</b>	<b>Профессиональный цикл</b>	<b>112</b>	<b>4032</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	
	<b>Базовая часть</b>	<b>54</b>	<b>1944</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>3</b>	
1	Инженерная и компьютерная графика	4	144	4								Э
2	Теоретическая механика	7	252		4	3						3, Э
3	Сопротивление материалов	7	252			4	3					3, Э
4	Основы механики жидкости и газа	4	144					4				3
5	Детали машин и основы конструирования	3	108				3					Э
6	Основы автоматизированного производства	3	108						3			
7	Материаловедение	3	108				3					Э
8	Аналитическая динамика и теория колебаний	5	180					3	2			3, Э
9	Теория упругости	5	180					5				Э
10	Строительная механика	7	252					4	3			3, Э
11	Вычислительная механика	3	108				3					3
12	Безопасность жизнедеятельности	3	108								3	3
	<b>Вариативная (профильная) часть</b>	<b>58</b>	<b>2880</b>			<b>3</b>	<b>3</b>		<b>16</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	
	<b>Основная</b>	<b>40</b>	<b>2016</b>				<b>3</b>		<b>16</b>	<b>21</b>		
1	Строительные конструкции	3	216				3					3
2	Термодинамика и теплопередача	4	216							4		3
3	Организация и управление	4	216						4			3
4	Теория пластичности и ползучести	6	252							6		Э
5	Теория пластин и оболочек	7	252						7			Э

6	Основы теории термоупругости	5	180							5		Э
7	Введение в волновую динамику	3	108							3		
8	Математические основы теории колебаний	3	108							3		Э
9	Основы проектирования современных строительных конструкций	5	180						5			З
	<i>Дисциплины по выбору студента</i>	<i>18</i>	<i>648/195</i>			<i>3</i>				<i>5</i>	<i>10</i>	
<b>Б.4</b>	<b>Физическая культура</b>	<b>2</b>							<b>2</b>			
<b>Б.5</b>	<b>Учебная и производственная практики</b>	<b>12</b>			<b>6</b>	<b>6</b>		<b>6</b>				
1	Учебная практика	3	108		2							
2	Учебная практика	3	108				2					
3	1 производственная практика	3	108						2			
4	2 производственная практика	3	108								2	
<b>Б.6</b>	<b>Итоговая государственная аттестация</b>	<b>12</b>									<b>12</b>	

#### Бюджет времени студента

Теоретическое обучение	Экзамен. Сессия	Учеб. Практика	Производственная практика	ИГА	Каникулы	Факультатив	Всего
32	6	2			10	2	52
32	6	2			10	2	52
32	6		2		10	2	52
26	4		2	8	10	2	52
122	22	4	4	8	40	8	208

**Аннотации программы обучения студентов  
по дисциплинам направления подготовки 080200 «Менеджмент»**

**Гуманитарный, социально-экономический цикл**

**История**

1. Методологические основы изучения истории. Сущность, формы, функции исторического знания. Методология и теория исторической науки. Источники и историография. Периодизация мировой и Отечественной истории. 2. Зарождение и основные этапы становления российской государственности (IX-XV вв.). Восточные славяне в VI-VIII вв. Древнерусское государство. Феодалная раздробленность на Руси. Борьба с иноземными завоевателями в XIII-XV вв. Объединение земель вокруг Москвы. 3. Российское государство в XVI-XVII вв. Русское государство в XVI в. Смутное время. Россия в XVII в. 4. Российская империя в XVIII в. Реформы Петра I. Эпоха дворцовых переворотов. "Просвещенный абсолютизм" Екатерины II. Внешняя политика XVIII в. 5. Россия в XIX начале XX в. Проблемы модернизации России в XIX - нач. XX в. Внешняя политика. Революционный кризис начала XX в. 6. Советское государство в 1917-1941 гг. Создание Советского государства. Гражданская война. Новая экономическая политика (нэп). Образование СССР. Социально-экономическое и политическое развитие СССР в 1930-е гг. Внешняя политика СССР в 1920-1930-е гг. 7. СССР в 1941-1991 гг. Великая Отечественная война 1941-1945 гг. Социально-экономическое и политическое развитие СССР в 1945-1991 гг. Внешняя политика СССР. 8. Новейшая история России (1992-2010 гг.) Социально-экономическое и политическое развития РФ в 1992-2010 гг. Стратегия социально-политического, экономического и культурного развития России до 2020 г. Внешняя политика Российской Федерации.

**Философия**

1. Предмет философии. Своеобразие философского знания. Философское знание как условие социальной, культурной компетентности. 2. Учение о бытии. Учение о бытии – основание системно-целостного взгляда на мир. 3. Основы теории познания, диалектика и логика. Сознание и познание. Диалектика и логика как способы формирования правильного мышления. 4. Философское учение о человеке и ценностях. Проблемы существования человека в современном мире. Ценностный мир человека. 5. Социальная философия. Общество как объект философского анализа. Техногенная цивилизация и альтернативы глобального развития.

**Иностранный язык**

1. Фонетика. Правила и техника чтения. 2. Грамматика (морфология и синтаксис). Части речи. Существительное: множественное число, притяжательный падеж, артикль. Местоимение: личные, притяжательные, возвратные, указательные. Числительное: порядковое, количественное, дробное. Прилагательное и наречие: степени сравнения.оборот «имеется». Глагол (личные и неличные формы): система времен активного и пассивного залогов, согласование времен, модальные глаголы и их эквиваленты, фразовые глаголы, причастия, деепричастия, герундий, инфинитив. Строевые слова. Словообразование: аффиксация, конверсия. Структура простого предложения. Отрицание. Образование вопросов. Усложненные структуры (конструкции) в составе предложения. Структура сложного предложения. 3. Лексика и фразеология. Базовая терминологическая лексика специальности «Строительство». Многозначность слов. Сочетаемость слов. Основные отраслевые словари и справочники. 4. Основы деловой переписки. Письма. Анкеты. 5. Чтение литературы по специальности. Виды чтения литературы по специальности. 6. Аудирование. Восприятие на слух монологической речи. 7. Говорение. Публичная монологическая и диалогическая речь. 8. Аннотирование, реферирование. Перевод общестроительной литературы. Виды аннотирования, реферирования. Письменный перевод с иностранного языка литературы по специальности.

## **Экономика**

1. Микроэкономика. Введение в экономическую теорию. Основные экономические понятия. Предмет, метод и функции экономической теории. Экономические системы и проблемы собственности. Основы рыночной экономики. Особенности строительного рынка. Основы теории потребления. Предпринимательство. Фирма в условиях совершенной и несовершенной конкуренции. Рынки факторов производства и формирование доходов. 2. Макроэкономика. Национальная экономика: цели и результаты развития. Макроэкономическое равновесие: модель совокупности спроса и совокупного предложения. Цикличность развития рыночной экономики. Макроэкономическая нестабильность: безработица и инфляция. Финансы и финансовая политика государства. Денежный рынок и денежно-кредитная политика государства. Социальная политика государства. Проблемы развития современной российской экономики.

## **Правоведение.**

1. Основы теории государства и права. Понятие и сущность государства. Причины возникновения государства. Признаки государства. Формы государства. Понятие и источники права. Концепции правопонимания. Нормативное социальное регулирование. Понятие нормы права, признаки, структура. Нормативно правовой акт: понятие признаки, действие. Понятие системы права. Система права РФ. Понятие и структура правоотношений. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. 2. Основы конституционного строя Российской Федерации. Конституция Российской Федерации. Особенности федеративного устройства РФ. Система органов государственной власти в Российской Федерации. 3. Основные положения российского гражданского права. Понятие и источники российского гражданского права. Имущественные и неимущественные отношения. Гражданский кодекс РФ. Субъекты гражданских правоотношений. Правоспособность, дееспособность. Содержание правоспособности. Ограничение дееспособности и признание гражданина недееспособным. 4. Основные положения российского трудового права. Понятие и источники российского трудового права. Понятие трудового договора, его форма и сроки. Стороны трудового договора. Порядок заключения трудового договора. Документы, необходимые для заключения трудового договора. Необоснованный отказ в приеме на работу и порядок его обжалования. Основания прекращения трудового договора, расторжение трудового договора по инициативе работника. Расторжение трудового договора по инициативе работодателя. Прекращение трудового договора по обстоятельствам, независящим от сторон. 5. Основные положения административного, семейного и уголовного права РФ. Понятие и источники российского семейного права. Институт брака. Понятие и источники российского административного права. Понятие административного правонарушения. Виды административных взысканий. Состав отдельных видов административных правонарушений. Понятие и источники российского уголовного права. Понятие преступления. Состав преступления. Виды уголовных наказаний. Обстоятельства смягчающие и отягчающие уголовное наказание. Состав отдельных видов уголовных преступлений.

## **Психология социального взаимодействия**

1. Социально-психологические свойства личности. Направленность личности и мотивация трудовой деятельности. Самопрезентация личности. Личностная эффективность в условиях командной работы. Психологические особенности национального менталитета. 2. Психология межличностного взаимодействия. Процессы межличностной коммуникации. Механизмы межличностного восприятия. Психологическая компетентность в общении. Деловое общение. 3. Психология социально-ролевого и командного взаимодействия. Социально-психологические характеристики различных групп. Формирование команды. Лидерство и лидерские качества. Власть и влияние. 4. Организационное поведение. Организационное развитие. Изменения в организации. Групповой и организационный уровни сопротивления. Групповой и организационный конфликты.

## **Социология**

1. Социология как наука. Социология строительной сферы. Применение социологического знания в строительной сфере. 2. Формирование и функционирование городской среды. Социальные аспекты формирования и функционирования городской среды. Строительство – формирование среды жизнедеятельности. 3. Институционализация строительной отрасли. Строительная отрасль как социальный институт.

Строительные организации - типология и структура. 4. Социальное взаимодействие в строительной сфере. Социальное взаимодействие в строительной сфере. Социальные проблемы строительной отрасли. 5. Использование качественных и количественных социологических стратегий при изучении строительной отрасли. Организация и проведение социологического исследования в строительной отрасли.

## **Математический, естественнонаучный и общетехнический цикл**

### **Высшая математика**

1. Введение в анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Исследование функций. Предел функции  $y = f(x)$ , при  $x \rightarrow x_0$ . Бесконечно-большие и бесконечно-малые функции. Непрерывность функции  $y = f(x)$  в точке и на замкнутом интервале. Вычисление пределов. Точки разрыва функций и их классификация. Производная функции  $y = f(x)$  в точке (ее физический и геометрический смысл). Правила дифференцирования. Дифференцируемость функции  $y = f(x)$ . Дифференциал и его геометрический смысл. Касательная и нормаль к плоской кривой. Основные теоремы дифференциального исчисления. Возрастание и убывание функции  $y = f(x)$  на интервале. Экстремум функции одной переменной. Общая схема исследования функции. 2. Неопределенный интеграл. Первообразная, неопределенный интеграл. Методы интегрирования. 3. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Частные производные функции  $z = f(x, y)$  и их геометрический смысл. Непрерывность функции  $z = f(x, y)$  в точке и в замкнутой области. Дифференцируемость функции  $z = f(x, y)$ . Полный дифференциал. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Экстремум функции нескольких переменных. Производная функции по направлению. Градиент. 4. Интегралы по фигуре. Приложение интегрального исчисления. Задача о массе фигуры. Виды интегралов. Свойства интегралов по фигуре. Вычисление интегралов по фигуре. Приложения интегралов в геометрии и механике. 5. Теория поля. Векторное поле. Поверхностный интеграл второго рода, поверхностный интеграл от вектор-функции. Поток и дивергенция векторного поля. Теорема Остроградского. Формула Стокса. Циркуляция. Ротор. 6. Ряды. Числовой ряд, его сходимость, сумма. Необходимый признак сходимости. Достаточные признаки сходимости рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Ряд Тейлора, ряд Маклорена. Достаточный признак сходимости ряда Тейлора. Ортогональные системы. Тригонометрический ряд Фурье. 7. Векторная алгебра. Скалярные и векторные величины. Модуль вектора, равенство векторов. Коллинеарные и компланарные векторы. Линейные операции над векторами. Разложение вектора по базису на плоскости и в пространстве. Проекция вектора на ось. Прямоугольные координаты вектора и точки. Линейные операции над векторами в прямоугольной системе координат. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов, их свойства. Условия коллинеарности и перпендикулярности двух векторов. Условия компланарности трех векторов. Применение векторной алгебры к решению задач физики и механики. 8. Аналитическая геометрия на плоскости. Прямая на плоскости. Кривые второго порядка. Основные задачи аналитической геометрии на плоскости. Геометрический смысл уравнения  $F(x, y) = 0$ . Различные виды уравнения прямой, общее уравнение прямой. Соответствие между прямыми на плоскости и линейными уравнениями с двумя переменными. Взаимное расположение двух прямых. Расстояние от точки до прямой. Преобразование прямоугольных координат. Эллипс, гипербола, парабола. Их определения, канонические уравнения, исследование формы кривой по каноническому уравнению. Элементы общей теории линий второго порядка. Полярные координаты. Кривые в полярных координатах. 3. Аналитическая геометрия в пространстве. Плоскость и прямая в пространстве. Поверхности второго порядка. Основные задачи аналитической геометрии в пространстве. Геометрический смысл уравнения  $F(x, y, z) = 0$ . Виды уравнений плоскости в пространстве. Соответствие между плоскостями и линейными

уравнениями с тремя переменными. Расстояние от точки до плоскости. Пучок плоскостей. Различные виды уравнения прямой. Взаимное расположение прямых и плоскостей. Поверхности второго порядка: Эллипсоид, гиперболоид, параболоид. Цилиндрические поверхности. Цилиндрические и сферические координаты 3. 9. Матричный анализ. « $n$ »-мерные векторы, линейные операции над ними,  $n$ -мерное пространство  $R^n$ . Ранг системы векторов. Базис в  $R^n$ . Скалярное произведение в  $R^n$ . Неравенство Буняковского – Шварца. Ортогональные векторы. Канонический базис в  $R^n$ . Определители  $n$ -го порядка, их свойства и методы вычисления. Матрицы. Линейные операции над матрицами. Умножение матриц. Единичная матрица. Обратная матрица. Ранг матрицы. Теорема о ранге матрицы. Вычисление ранга матрицы. 10. Системы линейных уравнений. Теорема Кронекера – Капелли. Метод Гаусса. Однородные системы уравнений. 11. Линейные пространства и линейные операторы. Множества и их свойства. Множество комплексных чисел, определение линейного пространства. Примеры линейных пространств. Линейная зависимость. Базис. Конечномерные и бесконечномерные пространства. Линейное подпространство. Линейная оболочка. Линейные операторы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристический многочлен. Евклидовы пространства. Сопряженные и самосопряженные операторы в Евклидовом пространстве. Ортогональные операторы и ортогональные матрицы. 12. Линейные, билинейные и квадратичные формы. Линейные формы. Билинейные формы и их матрицы. Квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Критерий Сильвестра положительной определенности квадратичной формы.

### ***Информационные технологии***

1. Основы программирования на алгоритмическом языке высокого уровня. Обзор современных языков и систем программирования. Алфавит алгоритмического языка. Структура программы, форматы записи. Имена. Объекты данных. Операции и выражения. Встроенные математические функции. Метки и комментарии. Оператор присваивания. Ввод-вывод данных. Условные операторы. Операторы передачи управления. Операторные функции. Циклы. Массивы. Программные компоненты. 2. Основы работы с операционной системой и офисными приложениями. Краткие сведения о работе в современных операционных системах. Основы работы с текстовыми процессорами. Основы работы с электронными таблицами.

### ***Основы вариационного исчисления***

1. Типичные задачи вариационного исчисления. Задачи о брахистохроне, о минимальной поверхности вращения, о геодезических линиях и задача Дидоны. 2. Основные понятия вариационного исчисления. Функционал. Расстояние между кривыми. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума. 3. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Понятие о достаточном условии экстремума функционала. 4. Вариационная задача для функционала, зависящего от второй производной. Краевые условия. Уравнение Эйлера-Пуассона. Функционалы с производными высшего порядка. 5. Обобщение простейшей вариационной задачи. Функционалы, зависящие от нескольких функций одного аргумента. Система уравнений Эйлера. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных. 6. Вариационная задача с подвижными концами. Рассматривается частный случай, когда один из концов закреплен. Условие трансверсальности. 7. Экстремали с угловыми точками. Задача об отражении экстремалей. Задача о преломлении экстремалей. 8. Изопериметрические задачи. Необходимые условия в изопериметрической задаче. Задача Дидоны. 9. Прямые методы в вариационном исчислении. Конечно-разностный метод Эйлера. Методы: Ритца, Канторовича, Галёркина.

### ***Уравнения математической физики***

1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Введение. Дифференциальные уравнения с частными производными, свойства решений.

Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Канонический вид. Замена переменных. 2. Уравнения гиперболического типа. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Уравнения гиперболического типа. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа: поперечные колебания струны, продольные колебания стержней и струн, задачи гидродинамики и акустики, электрические колебания. Телеграфное уравнение. 3. Постановка краевых задач. Задача Коши. Теорема единственности. 4. Метод характеристик (метод Даламбера) и метод разделения переменных (метод Фурье) решения задач для уравнений гиперболического типа. Метод характеристик или метод распространяющихся волн – метод Даламбера. Колебания неограниченной струны, неоднородное уравнение. Устойчивость решений. 5. Уравнения параболического типа. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Метод разделения переменных - метод Фурье. Колебания ограниченной струны. Неоднородное уравнение. Общая первая краевая задача. Колебания стержней и нагруженных струн. Колебания ограниченных объемов. Колебания прямоугольной мембраны. Колебания круглой мембраны. Колебания прямоугольного параллелепипеда. 6. Постановка краевых задач. Теорема единственности. Метод Разделения переменных. Распространение тепла в пространстве. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии. Постановка краевых задач. Теорема единственности. Метод разделения переменных. Распространение тепла в ограниченном стержне при различных краевых условиях. 7. Уравнения эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Задача Дирихле. Задача Неймана. Постановка краевых задач. Уравнение Лапласа. Формула Грина. Единственность и устойчивость первой краевой задачи. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Стационарное тепловое поле, потенциал течения жидкости. Уравнение Лапласа в полярных сферических координатах. Свойства периодических функций. Формула Грина. Единственность и устойчивость первой краевой задачи. 8. Задача Дирихле для круга. Стационарное распределение тепла в прямоугольнике. Интеграл Пуассона. Метод разделения переменных. Первая краевая задача. Задача Дирихле для круга. Интеграл Пуассона. Стационарное распространение тепла в прямоугольнике.

### **Физика**

Физические основы механики. Предмет механики. Понятие состояния частицы в классической механике. Система отсчета. Способы описания движения материальной точки. Кинематика поступательного и вращательного движения твердых тел. Инерциальные системы отсчета. Решение основной задачи механики на основе законов Ньютона. Уравнения поступательного и вращательного движения твердого тела. Законы сохранения импульса, момента импульса, механической энергии. Электричество и магнетизм. Электростатическое взаимодействие. Электростатическое поле. Электрический ток. Законы постоянного тока. Магнитное взаимодействие. Магнитное поле проводников с током. Электромагнитная индукция. Электромагнитное поле. Колебания и волны. Механические колебания. Упругие волны. Электромагнитные колебания и волны. Сложение колебаний. Интерференция и дифракция волн. Волновая оптика. Квантовая физика. Фотоэффект. Тепловое излучение. Строение атомов и молекул. Излучение и поглощение энергии атомами. 5. Молекулярная физика. Строение вещества в различных агрегатных состояниях. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории и уравнение состояния идеальных газов. Законы термодинамики. Явления переноса.

### **Экология**

Биосфера и человек: Определение экологии как науки. Биосфера, взаимоотношения организма и среды; экология и здоровье человека. Циклические особенности окружающей среды. Круговороты биогенов. Биотоп. Понятия “биологический вид” и “популяция». Сообщества. Экосистемы. Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем. Демографические проблемы современного мира. Ресурсы биосферы. Экологический кризис. Пищевые ресурсы человечества. Воздействие промышленности и транспорта на окружающую среду. Отходы производства и потребления. Жизненный цикл строительных объектов и созданных природно-

технических систем (ПТС). Экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы. Охрана биосферы как одна из важнейших современных задач человечества. Биоразнообразие как фактор сдерживания темпов экологического кризиса. Экомониторинг. Модели глобального развития биосферы и человечества. Ноосфера в современном понимании. Концепция устойчивого развития. Гармонизация и коэволюция живого и неживого. Основы экономики природопользования. Основы экономики природопользования. Основные положения экологической безопасности строительства. Строительство как один из факторов формирования технобиосферы. Основные принципы экологического строительства. Менеджмент в экологическом строительстве. Экологическая экспертиза. Основы экологического права, профессиональная ответственность. История природоохранного законодательства в мире и России. Конституция РФ Российской Федерации и Законы РФ по охране окружающей среды. Принципы составления ОВОС (Оценка воздействия на окружающую среду). Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Глобализация экологических проблем, причины и тенденции. Реализация “устойчивого (поддерживающего) развития” на национальном и глобальном уровнях.

### ***Объектно-ориентированное программирование***

1. Введение в объектно-ориентированное программирование (ООП). Жизненный цикл программного обеспечения, место ООП в нем. Стили программирования, основные принципы, история развития. Преимущества и недостатки объектно-ориентированного стиля. Программные системы, предназначенные для написания объектно-ориентированных программ, основные особенности и их предназначение. Среда визуального программирования Delphi, история развития, основные особенности, преимущества и недостатки. 2. Основные принципы ООП. Определение объекта и класса, атрибута и свойства. Операции и методы, основные типы операций, правила их построения. Описание класса на языке Object Pascal. Инкапсуляция. Разделение атрибутов и методов класса. Разделы private, protected, public при создании классов Object Pascal. Наследование одиночное и множественное, правила наследования, использование наследования при написании программ на Object Pascal. Полиморфизм. Преобразование типов. Использование полиморфизма при построении классов на языке программирования Object Pascal. Критерии оценки правильности построения классов. Обработка исключительных ситуаций. Использование технологии клиент-сервер при построении объектно-ориентированных программ. Программирование обработчиков событий для классов и объектов. 3. Многозадачность. Типы многозадачности. Написание многопоточных приложений с использованием Delphi. 4. Технологии ООП. Обзор технологии .NET. Обзор технологий OLE и COM. Использование возможностей Delphi для создания приложений использующих технологии OLE и COM. Обзор технологии .NET. Компонент CLR. Структура типов .NET.

### ***Численные методы механики***

Основы численных методов. Вычислительные методы решения основных алгебраических задач. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы вычисления собственных значений и собственных векторов матриц. Методы численного интегрирования. Методы решения нелинейных уравнений. Метод наименьших квадратов. 2. Численные методы решения прикладных задач строительной отрасли. Краевая задача и ее численное решение. Задача об устойчивости сжатого стержня. Краевая задача для уравнения Пуассона. Задача Коши (задача с начальными условиями). Задача теплопроводности. Задача линейного программирования. Метод конечных элементов (на примере краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения изгиба растянуто-изогнутой балки). Вычисление функций от матриц.

### ***Основы функционального анализа и теория обобщенных функций***

1. Множества Топологические и метрические пространства. Цели и задачи функционального анализа, его связь с другими дисциплинами. Структура дисциплины. Роль функционального



анализа в структуре современной математики. Множества, подмножества. Операции над множествами. Эквивалентность множеств. Счетные множества. Множества мощности континуум. Отображения. Общее понятие функции. Системы множеств. Борелевские алгебры. Понятие метрического пространства. Сходимость в метрических пространствах. Открытые и замкнутые множества. Полные метрические пространства. Принцип сжатых отображений и его применения. Топологические пространства. Компактность в топологических пространствах. Компактность в метрических пространствах. Теорема Арцела – Асколи. Нормированные и линейные топологические пространства. Линейные пространства. Линейные нормированные пространства. Банаховы пространства. Линейные и квадратичные функции в линейном пространстве. Гильбертовы пространства и их свойства. Ортогональные базисы в гильбертовых пространствах. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта. Ортогональное разложение пространства. Теорема об изоморфизме. Топологические линейные пространства и их свойства. Теория интеграла. Ряды Фурье. Множества меры нуль и измеримые функции. Интегрирование монотонных ступенчатых функций. Суммируемые функции, основные теоремы о суммируемых функциях. Мера множеств и теория интегрирования по Лебегу. Теорема Фубини. Пространства суммируемых функций. Ряды Фурье по ортогональным системам в гильбертовых пространствах и их свойства. Нахождение элемента наилучшего приближения. Полные ортогональные системы. Ряды Фурье по ортогональным системам в весовых лебеговых пространствах. Ряды Фурье по тригонометрической системе, условия сходимости. Интеграл Фурье. Многочлены Лежандра, Лагерра, Эрмита, их свойства. Ряды Фурье по классическим ортогональным полиномам и их обобщения. Линейные операторы в гильбертовых пространствах. Определение линейных операторов в линейных нормированных пространствах. Непрерывность и ограниченность. Примеры. Линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Теорема Банаха – Хана. Алгебра линейных операторов. Обратный оператор. Линейные операторы в гильбертовых пространствах. Сопряженный оператор. Самосопряженные операторы в гильбертовых пространствах. Вполне непрерывные операторы в гильбертовых пространствах. Теорема Гильберта-Шмидта. Интегральные уравнения. Основные определения. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Интегральные уравнения Фредгольма. Интегральные уравнения Фредгольма с симметричными ядрами. Операторы Гильберта – Шмидта. Теорема Гильберта – Шмидта. Задача Штурма – Лиувилля, метод функций Грина. Неоднородные интегральные уравнения. Вариационное исчисление. Дифференцируемые функционалы и их свойства. Экстремумы дифференцируемых функционалов. Обобщенные функции. Определение обобщенной функции. Действия над обобщенными функциями. Восстановление функции по производной. Свертка обобщенных функций и ее свойства. Преобразование Фурье обобщенных функций. Приложение обобщенных функций к дифференциальным уравнениям.

### ***Теория функций комплексного переменного***

Комплексная плоскость. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Сфера Римана. Функции комплексного переменного. Область в комплексной плоскости. Основные трансцендентные функции. Дифференцирование функций комплексного переменного. Производная. Условия Коши-Римана. Гармоническая функция и ее связь с аналитической. Интегрирование функций комплексного переменного. Интегральные теоремы Коши. Интегральная формула Коши. Теоремы Лиувилля, Морера. Функциональные ряды в комплексной области. Степенные ряды и ряды Лорана. Разложение аналитических функций по этим рядам. Особые точки и вычеты. Классификация особых точек. Связь между особыми точками и разложениями в них в ряды Лорана. Основная теорема о вычетах. Лемма Жордана. Конформные отображения. Общие теоремы. Конформные отображения, осуществляемые трансцендентными функциями. Основы операционного исчисления. Преобразование Лапласа. Основные свойства. Применение операционного исчисления.

## ***Профессиональный цикл***

### ***Инженерная и компьютерная графика***

Начертательная геометрия. Методы проецирования. Точка, прямая, плоскость на эпюре Монжа. Способы преобразования проекций. Многогранники. Поверхности. Сечение поверхностей плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей. Развёртки. Аксонометрические проекции. Тени в ортогональных проекциях. Перспектива. Проекции с числовыми отметками. Инженерная графика. Основные требования к чертежам на основе ГОСТов. Геометрические построения на чертежах. Проекционное черчение. Виды соединений. Рабочие чертежи деталей. Общие правила оформления строительных чертежей. Архитектурно-строительные чертежи зданий. Чертежи строительных конструкций и узлов (общие сведения). Компьютерная графика. Введение. Способы задания точек в AutoCADe. Команды черчения. Средства настройки рабочей среды AutoCADa. Редактирование чертежей. Сборочный чертеж. Получение конструкторской документации.

### ***Теоретическая механика***

Основные понятия и теоремы статики. Условия равновесия систем сил. Абсолютно твёрдое тело. Свободные и несвободные тела. Типы связей и их реакции. Принципы освобождения от связей и затвердевания. Эквивалентные и уравновешенные системы сил. Момент силы относительно точки и оси. Главный вектор и главный момент системы сил относительно центра. Связь между главными моментами системы сил, вычисленными относительно двух различных центров. Необходимые и достаточные условия равновесия системы сил в векторном виде. Условия равновесия плоской системы сил в трёх формах. Условия равновесия пространственной системы сил. Теорема об эквивалентности двух систем сил. Равнодействующая системы сил и теорема Вариньона. Равнодействующая равномерно и линейно распределённых нагрузок. Пара сил и её момент. Простейшие свойства сил, составляющих пару сил. Условия эквивалентности двух пар сил. Теорема о приведении произвольной системы сил к одному центру. Статический расчёт механических систем. Реакция полной и подвижной заделок. Условия опрокидывания тел, коэффициент устойчивости. Условия равновесия составной конструкции. Статически определимые и неопределимые задачи. Расчёт ферм методами вырезания узлов и сквозных сечений. Силы трения: сцепления, скольжения и качения. Законы трения скольжения и качения. Условия равновесия тела, имеющего ось вращения. Радиус-вектор центра параллельных сил. Центр тяжести трёхмерного тела, пластины и стержня. Центры тяжести тел простой формы. Определение положения центра тяжести тел методами разбиения на части и дополнения (отрицательных масс). Кинематика точки криволинейного и составного движения. Основные кинематические характеристики точки: траектория, скорость и ускорение точки. Координатный и естественный способы задания движения точки. Орты естественного трёхгранника. Вычисление кинематических характеристик точки при различных способах задания её движения. Ускоренное, замедленное, равнопеременное и равномерное криволинейное движение точки. Абсолютная и относительная производные вектора-функции. Теорема сложения скоростей при сложном движении точки. Теорема сложения ускорений при сложном движении точки. Ускорение Кориолиса и его нахождение. Кинематика твёрдого тела. Поступательное движение тела, свойства скоростей и ускорений точек этого тела. Вращение тела вокруг неподвижной оси, его угловая скорость и ускорение. Законы равнопеременного и равномерного вращения тела. Определение скорости и ускорения точки вращающегося тела. Плоскопараллельное движение твёрдого тела, уравнения его движения. Выражение скорости и ускорения точки плоского тела через скорость и ускорение полюса. Свойства скоростей и ускорений точек плоского тела. Мгновенный центр скоростей и его использование для определения скоростей точек плоского тела. Сферическое движение твёрдого тела. Вектор мгновенной угловой скорости тела. Движение свободного твёрдого тела. Динамика материальной точки и механической системы. Две основные задачи динамики материальной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в различных формах. Динамика относительного движения материальной точки. Переносная и кориолисова сила инерции материальной точки. Условие относительного

покоя. Механическая система и свойства её внутренних сил. Теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной форме. Импульс действия силы и теорема об изменении количества движения механической системы за конечный отрезок времени. Центр масс механической системы. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении главного момента количества движения механической системы относительно неподвижного центра и неподвижной оси. Теорема об изменении главного момента количества движения механической системы относительно центра масс механической системы. Элементарная работа и мощность силы. Работа силы на конечном перемещении. Потенциальная и кинетическая энергии. Выражение кинетической энергии механической системы через кинетическую энергию её движения относительно центра масс. Работа потенциальной силы. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной форме и за конечный отрезок времени. Закон сохранения механической энергии. Применение общих теорем динамики к описанию движения сплошной среды. Динамика абсолютно твёрдого тела. Вычисление основных динамических характеристик твёрдого тела. Осевые и центробежные моменты инерции. Матрица моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей. осевые и центробежные моменты инерции тела при повороте осей прямоугольной системы координат. Главные оси инерции. Осевые моменты инерции некоторых однородных тел. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоскопараллельного движений абсолютно твёрдого тела. Вычисление кинетической энергии тела, совершающего поступательное, вращательное и плоскопараллельное движение. Мощность пары сил. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения материальной системы при ударе. Коэффициент восстановления. Потеря кинетической энергии при ударе материальной точки о неподвижную поверхность (Теорема Карно). Основы аналитической механики. Сила инерции Даламбера материальной точки. Уравнения кинестатики механической системы. Главный вектор сил инерций Даламбера. Силы инерции твёрдого тела в частных случаях его движения. Давление тела на ось вращения. Условия динамического уравнивания. Свободные оси вращения. Классификация связей: голономные и неголономные, стационарные и нестационарные, удерживающие и неудерживающие. Виртуальные (возможные) перемещения и скорости точек механической системы. Идеальные связи. Принципы виртуальных (возможных) перемещений и скоростей. Общее уравнение динамики. Обобщённые координаты и число степеней свободы механической системы. Обобщённые силы и способы их вычисления. Принципы виртуальных (возможных) перемещений в обобщённых координатах. Принцип Гамильтона-Остроградского. Уравнения Лагранжа 2-го рода. Функция Лагранжа для консервативной системы.

### ***Модуль Механика материалов.***

***Сопротивление материалов.*** Основные понятия, принципы и гипотезы механики деформируемого твердого тела. Задачи сопротивления материалов и ее место среди других дисциплин. Основные принципы и гипотезы. Метод сечений. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Статические моменты и моменты инерции сечений. Определение центра тяжести сечения. Главные оси и главные моменты инерции. Центральное растяжение и сжатие стержней. Продольные силы, напряжения и перемещения. Закон Гука. Механические свойства материалов. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии. Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Круговая диаграмма Мора. Главные площадки и главные напряжения в стержне при сложном нагружении. Деформированное состояние в точке тела. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука для изотропного материала. Прямой поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы и дифференциальные зависимости при прямом поперечном изгибе. Нормальные и касательные напряжения. Расчеты на прочность. Потенциальная энергия деформации балки. Кручение стержня. Внутренние силовые факторы при кручении. Кручение стержня круглого и кольцевого поперечных сечений, тонкостенного замкнутого поперечного сечения, сплошного прямоугольного сечения. Дифференциальные и интегральные зависимости. Расчеты на прочность и жесткость. Потенциальная энергия деформации. Экспериментальные методы исследо-

вания деформаций и напряжений. Метод электротензометрии. Метод фотоупругости. Голографическая интерферометрия. Метод муара. Сложное сопротивление стержней. Косой изгиб, Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Растяжение-сжатие с изгибом. Изгиб с кручением. Общий случай сложного сопротивления. Расчет тонкостенных сосудов. Понятие о безмоментной теории оболочек вращения. расчет на прочность цилиндрических, конических и сферических сосудов. Понятие о краевом эффекте. Понятие о концентрации напряжений. Аналитические методы определения перемещений при изгибе. Метод непосредственного интегрирования. Метод начальных параметров. Граничные условия. Метод Мора. Расчет балок на упругом основании. Гипотезы. Модели оснований. Бесконечно длинные балки. Балки конечной длины. Расчет кривого бруса. Пространственный брус малой кривизны, внутренние силовые факторы и напряжения в поперечных сечениях при растяжении (сжатии) и чистом изгибе. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля. Свободное и стесненное кручение стержня. Секториальные геометрические характеристики сечений. Центр изгиба. Определение нормальных и касательных напряжений. Устойчивость сжатых стержней. Продольно-поперечный изгиб стержня. Понятие об устойчивости. Критическая сила. Пределы применимости формулы Эйлера. Условие устойчивости. Подбор сечения. Дифференциальное уравнение продольного изгиба. Приближенный метод решения. Напряжения и перемещения. Расчеты элементов конструкций при динамических и периодических нагрузках. Продольный и поперечный удар. Расчет на выносливость. Колебание стержней. Упругие колебания деформируемых систем с одной степенью свободы (продольные, крутильные, изгибные). Свободные и вынужденные колебания. Влияние сил сопротивления.

**Теория упругости.** Теория напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Теория упругости, история развития, цель и задачи курса, связь с другими дисциплинами. Основные понятия, гипотезы и принципы. Силы и напряжения. Метод сечения. Напряженное состояние в окрестности точки тела. Граничные условия. Тензор напряжений. Инварианты тензора напряжений. Поверхность напряжений Коши. Эллипсоид Ляме. Круги Мора. Октаэдрические напряжения. Дифференциальные уравнения равновесия. Теория деформаций. Соотношения Коши. Перемещения и деформации. Виды деформации. Однородная деформация. Составляющие малой деформации. Соотношения Коши. Тензор деформации. Чистая деформация и элементарное вращение. Линейная деформация элемента произвольного направления. Аналогия между напряженным и деформированным состояниями. Связь между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука. Обобщенный закон Гука. Различные формы записи обобщенного закона Гука. Закон Гука в форме Ляме. Закон Гука для шаровых тензоров и девиаторов. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформаций. Энергия изменения объема и энергия изменения формы. Закон Гука для анизотропного тела. Постановка задач теории упругости. Полная система уравнений теории упругости в декартовых координатах. Граничные условия. Граничные условия в напряжениях; граничные условия в перемещениях; смешанные граничные условия; интегральные граничные условия. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами–Митчелла. Теорема Кирхгофа о единственности решения задачи теории упругости. Уравнения теории упругости в цилиндрических и сферических координатах. Уравнения равновесия в цилиндрических координатах. Связь между деформациями и перемещениями в цилиндрических координатах. Оператор Лапласа в цилиндрических координатах. Основные соотношения теории упругости в сферических координатах. Осесимметричные задачи теории упругости. Функция напряжений в случае осесимметричных задач. Цилиндрический сосуд под действием внутреннего и внешнего давлений. Задача Буссинеска. Другой метод определения напряжений в толстостенной трубе при внутреннем и внешнем давлении. Напряжения во вращающихся дисках. Кручение стержней. Задача Сен-Венана. Кручение стержней с некруглым поперечным сечением (Задача Сен-Венана). Теорема о циркуляции касательных напряжений. Мембранная аналогия. Кручение стержня с эллиптическим поперечным сечением. Кручение стержня прямоугольного поперечного сечения. Плоская задача теории упругости в декартовых координатах. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Постановка плоской задачи в напряжениях. Функция напряжений Эри. Случаи односвязной и многосвязной областей. Теорема М. Леви–Митчелла.

Решение плоской задачи в полиномах. Примеры. Решение плоской задачи с помощью тригонометрических рядов. Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах. Задача для бесконечного клина, нагруженного в вершине сосредоточенной силой. Случай действия сосредоточенного момента. Действие сосредоточенной силы на полуплоскость (задача Фламана). Полярно симметричное распределение напряжений. Задача Ляме. Чистый изгиб кривого бруса (задача Х.С.Головина). Изгиб кривого бруса силой, приложенной на конце. Растяжение пластины с круговым отверстием (задача Кирша). Численные методы решения задач теории упругости. Понятие о расчете пластин с помощью вариационных методов. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Понятие о методе потенциалов и граничных интегральных уравнениях. Метод граничных элементов. Теория подобия и размерностей. Теория подобия. Подобие геометрических фигур. Пропорциональное подобие. Аффинное подобие. Функциональное подобие. Метод масштабов. Основные уравнения задачи и условия единственности решения. Подобные явления (процессы) и подобные преобразования. Множители дифференциальных и интегральных операторов. Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Гомогенность. Критерии подобия. Необходимые и достаточные условия подобия. Метод нормализации уравнений. Процедура нормализации. Комбинирование критериев и относительных переменных. Критерии параметрического типа. Примеры. Физический смысл критериев. Вырождение критериев. Автомодельность. Метод функционального подобия. Сущность метода. Применение функционального подобия в теории линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Примеры решения дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами методом функционального подобия. Анализ размерностей. Теоретические основы метода размерностей. Единицы измерения и размерности. Размерные и безразмерные величины. Основные (первичные) и производные (вторичные) величины. Формула размерности. Константы определительных уравнений. Размерные постоянные.  $\pi$ -теорема. Некоторые возможные пути увеличения количества основных единиц измерения. Аксиоматическая теория размерностей.

**Основы механики жидкости и газа.** Предмет механики жидкости и газа. Модель сплошной текучей среды. Основные физические свойства и характеристики жидкостей и газов. Кинематика сплошной среды. Два метода описания движения жидкости: Эйлера и Лагранжа. Скорость и ускорение жидкой частицы. Линии тока, траектории движения жидких частиц, трубки тока и струи. Теорема Коши-Гельмгольца о разложении движения жидкой частицы на квазитвердое и деформационное движения. Тензор скоростей деформаций и физический смысл его компонент. Вихревое и безвихревое движения. Кинематические теоремы Гельмгольца, Стокса, Кельвина. Распределение массы и сил в сплошной среде. Напряженное состояние жидкости. Объемный и массовый расход жидкости через поверхность. Уравнение неразрывности. Распределение сил в сплошной среде, массовые (объемные) силы, плотность распределения массовых сил, поверхностные силы. Равенства Коши. Тензор напряжений. Общие теоремы динамики сплошной среды. Общие теоремы динамики сплошной среды. Уравнение количества движения для конечного объема сплошной среды (теорема количества движения). Уравнение динамики сплошной среды «в напряжениях». Уравнение моментов количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения энергии. Общее уравнение энергии и уравнение притока тепла. Статика текучей среды. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Компоненты тензора напряжений для покоящейся текучей среды. Уравнения Эйлера равновесия жидкой среды и их общие интегралы. Баротропное равновесие, функция давления. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости, основной закон гидростатики, главный вектор и главный момент сил гидростатического давления на твердую стенку. Закон Архимеда, плавание тел. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидкости. Динамика идеальной среды. Основные уравнения и теоремы. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Уравнения Эйлера в форме Громеки-Ламба. Граничные и начальные условия при решении задач о движении идеальной среды. Уравнение Гельмгольца-Фридмана, теорема Гельмгольца о сохранении вихревых линий. Теорема Бернулли, интеграл Бернулли. Применения теоремы Бернулли. Безвихревые движения идеальной среды. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой

жидкости. Теоремы Кельвина и Лагранжа динамики идеальной жидкости, условия существования безвихревых течений. Безвихревое движение идеальной жидкости, потенциал скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши. Применение метода функций комплексного переменного при изучении стационарного плоского безвихревого движения идеальной несжимаемой жидкости. Бесциркуляционное и циркуляционное обтекание прямого кругового цилиндра. Решение задачи обтекания по методу конформных отображений. Формулы Блазиуса-Чаплыгина. Теорема Жуковского. 8. Динамика несжимаемой вязкой жидкости Основные уравнения динамики вязкого газа. Модель вязкой ньютоновской среды, обобщенный закон Ньютона. Обобщенный закон Ньютона для несжимаемой вязкой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Примеры точных решений уравнений Навье-Стокса. Диссипация механической энергии в потоке вязкой жидкости. Основные уравнения динамики вязкого газа. Методы теории подобия и теории размерностей в механике жидкости и газа. Геометрическое, кинематическое, динамическое, механическое подобие гидродинамических процессов, сходственные пространственно-временные точки. Идентичность безразмерных форм уравнений движения. Критерии и числа подобия, их роль и физический смысл. Использование критериев подобия для моделирования. Общие основные понятия теории размерностей. П-теорема и ее применение при изучении течений вязкой жидкости. Неоднородные течения несжимаемой вязкой жидкости. Примеры точных решений. Общая характеристика приближенных методов. Обтекание шара при малых значениях числа Рейнольдса, формула Стокса и ее обобщения. Плоские ползущие течения. Основы гидродинамической теории смазки. Ламинарный пограничный слой в несжимаемой вязкой жидкости, основные уравнения, влияние градиента давления и отрыв, расчет ламинарного пограничного слоя на пластине. Турбулентные движения несжимаемой вязкой жидкости. Неустойчивость ламинарного режима течения и возникновение турбулентности. Критическое число Рейнольдса. Понятие о статистических характеристиках турбулентности. Уравнения Рейнольдса для осредненного турбулентного движения. Турбулентный пограничный слой. Динамика идеальной сжимаемой жидкости (газа). Одномерный поток идеального газа. Модель идеального совершенного газа. Интеграл Бернулли для адиабатических течений идеального совершенного газа. Параметры торможения. Критическая скорость и критические параметры. Газодинамические функции. Скорость распространения малых возмущений в идеальном газе, скорость звука. Одномерное стационарное движение идеального газа по трубе переменного сечения, основные уравнения. Истечение газа из резервуара через сужающееся сопло. Элементарная теория сопла Лаваля. Одномерные нестационарные движения, инварианты Римана, простые волны, опрокидывание римановской волны сжатия. Основы теории скачков уплотнения. Поверхности разрыва в газе. Поверхности сильного разрыва, условия динамической совместности. Прямой скачок уплотнения. Уравнение ударной адиабаты (адиабаты Гюгоньо). Косой скачок уплотнения. Плоское безвихревое движение идеального газа. Обтекание тонкого профиля. Основные уравнения движения и их линеаризация. Дозвуковое обтекание тонкого профиля, закон Прандтля-Глауэрта. Сверхзвуковое обтекание тонкого профиля, закон Аккерета. Сверхзвуковые течения, понятие о линиях возмущения и косых скачках. Сверхзвуковые плоские течения при конечных возмущениях. Характеристики. Обтекание стенок с изломом. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обобщение уравнения Бернулли в случае потока вязкой несжимаемой жидкости. Одномерная модель и гидравлические сопротивления. Обобщение уравнения Бернулли в случае потока вязкой несжимаемой жидкости. Структура общих формул для потерь напора. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Зоны сопротивления. Профили скоростей в трубах и законы сопротивлений при различных режимах течения. Местные гидравлические сопротивления. Истечение несжимаемой жидкости. Истечение несжимаемой жидкости из отверстий и насадков при постоянном напоре. Установившееся движение жидкости в напорных трубопроводах. Определение воздействия напорного потока и свободной струи на твердые стенки. Истечение при переменном напоре Одномерные неустановившиеся потоки жидкости в трубах. Основные уравнения. Случай малых ускорений, истечения при переменном напоре. Гидравлический удар в трубах. Применение численных методов в механике жидкости и газа.

Общая схема применения численных методов в механике жидкости и газа. Разностные схемы задач и их реализация.

### ***Детали машин и основы конструирования***

Основы расчёта деталей машин и соединений. Основные понятия о составных частях машины (механизма) – деталях, сборочных единицах (узлах). Детали машин и узлы общего назначения, их классификация и основные требования к ним: прочность, жёсткость, износостойкость, коррозионная стойкость, теплостойкость, виброустойчивость. Понятия надёжности и пути её повышения. Основы конструирования деталей машин. Назначение и классификация соединений, общие требования к ним. Разъёмные соединения. Резьбовые соединения. Классификация резьб. Основные параметры метрической крепёжной резьбы. Моменты завинчивания и отвинчивания. КПД и условия самоторможения. Виды повреждения (разрушения) резьбовых соединений. Расчёт элементов резьбы. Стандартные крепёжные детали, их обозначения, материалы и классы прочности. Конструкция и основы расчёта клеммовых соединений. Соединения штифтами. Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные соединения. Стандарты, область применения, расчёт на прочность, допускаемые напряжения. Неразъёмные соединения. Общие сведения и основы расчёта сварных соединений и соединений с натягом. Основные понятия о заклёпочных соединениях. Передачи. Назначение и классификация механических передач. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач вращательного движения. Зубчатые передачи. Классификация, область применения, краткие сведения из геометрии эвольвентного зацепления. Основные параметры, силы в зацеплении, расчётная нагрузка, КПД и смазка. Критерии работоспособности, материалы и допускаемые напряжения. Расчёт цилиндрических зубчатых передач на контактную прочность и изгиб зубьев (зависимости для проектного и проверочного расчётов). Основные сведения о форме зубьев и геометрии конических зубчатых передач. Силы в зацеплении и особенности расчёта на прочность этих передач. Особенности геометрии и основы расчёта передач с круговинтовым зацеплением М.Л. Новикова. Области применения и особенности расчёта планетарных передач. Основные детали и принцип работы волновых зубчатых передач. Особенности зацепления. Разновидности волновых передач и их генераторов волн. Критерии работоспособности и область применения. Конструкция редукторов, их узлов и деталей. Червячные передачи. Классификация, кинематика и геометрия червячных передач. Область применения. Критерии работоспособности и расчёта, материалы и допускаемые напряжения. Силы в зацеплении и расчётные нагрузки. Расчёт зубьев червячного колеса на контактную прочность и на изгиб. КПД и смазка червячных передач. Расчёт червяка на прочность и жёсткость. Фрикционные передачи. Основные типы фрикционных передач и вариаторов. Кинематика и силовой расчёт. КПД. Материалы и допускаемые напряжения. Основы расчёта на прочность. Ременные передачи. Устройство и область применения. Основные типы и материалы ремней. Основы теории работы плоско- и клиноременных передач. Усилия и напряжения в ремне. Расчёт ременных передач по тяговой способности и на долговечность. Нагрузка на валы. Клиноременные вариаторы. Зубчато-ременные передачи. Цепные передачи. Приводные цепи, звёздочки, геометрический расчёт. Основные характеристики. Кинематика цепных передач. Практический расчёт цепной передачи. Валы, оси и подшипники. Назначение, конструкции, материалы, критерии работоспособности. Определение расчётных нагрузок и составление расчётных схем. Предварительный расчёт валов. Проверочный расчёт валов и осей на прочность, жёсткость и виброустойчивость. Подшипники. Устройство, основные параметры и классификация подшипников качения, условные обозначения. Нагрузка на тела качения, контактные напряжения. Виды повреждений. Подбор подшипников качения и конструкции подшипниковых узлов (на примере редукторов). Расчёт по динамической и статической грузоподъёмности. Подшипники скольжения. Область применения, конструкция и основные параметры. Подшипниковые материалы. Критерии работоспособности. Основы работы подшипников в условиях жидкостного трения. Расчёт подшипников в условиях смешенного трения (условные расчёты). Пружины и муфты приводов. Пружины, рессоры и упругие элементы из неметаллических материалов. Назначение, конструкции и классификация. Материалы, характеристики пружин. Допускаемые напряжения. Конструирование и расчёт ци-

линдрических витых пружин растяжения и сжатия. Муфты приводов. Назначение и виды. Примеры конструкций и практический расчёт (подбор) глухих, компенсирующих и упругих неуправляемых муфт. Управляемые муфты. Основные сведения о жёстких сцепных муфтах. Муфты трения. Материалы поверхностей трения и их характеристики. Расчётные зависимости и основы проектирования. Самоуправляемые сцепные муфты. Предохранительные муфты. Особенности конструкций и основы расчёта.

### ***Основы автоматизированного проектирования***

Основы автоматизированного проектирования. Инженерное проектирование. Виды проектирования. Системный подход к проектированию. Основные понятия системотехники. Объект строительства как система. Системы автоматизированного проектирования. Классификация САПР. Основные функции САПР. 3. Виды обеспечения САПР. Техническое обеспечение САПР. Требования к ТО. АРМ. Информационное обеспечение САПР. Программное обеспечение САПР. Лингвистическое обеспечение САПР. Разработка САПР. Принципы создания САПР. Индивидуальное и типовое проектирование. Принципы модульной структуры. Стадии разработки САПР. Техническое задание на разработку САПР. Виды испытаний автоматизированных систем.

### ***Материаловедение***

Состав, строение, свойства, принципы систематизации материалов. Аморфное и кристаллическое строение, типы кристаллических решеток, явления полиморфизма и анизотропии. Дефекты строения и их влияние на свойства.- Принципы создания сплавов и композиционных материалов.- Методы исследования структуры и свойств материалов.- Закономерности формирования структуры литых, деформированных и порошковых материалов. Строение и свойства материалов на основе черных металлов. -Сталь. Влияние углерода, легирующих, технологических добавок и примесей на структуру и свойства стали. Значение технологических переделов для формирования структуры сталей и повышения качества сталей. Принципы классификации и маркировки сталей, сертификации стальной продукции.- Чугун. Классификация и маркировка чугунов. Особенности формирования структуры и свойств белых, серых, половинчатых, ковких и высокопрочных и специальных чугунов при кристаллизации и термической обработке. Конструкционные материалы на основе цветных металлов. - Алюминий и его сплавы. Химический состав, свойства, принципы маркировки деформируемых/ литейных сплавов и композиционных материалов на основе алюминия. - Медь и медные сплавы. Классификация сплавов по составу и технологии изготовления металлоизделий. Структура, свойства и особенности маркировки литейных и деформируемых сплавов (латуни, бронзы, медно-никелевых сплавов) и биметаллов. - Титан и его сплавы. Характеристика технического титана. Особенности формирования структуры литейных и композитных (порошковых) титановых сплавов. Основы теории и технологии термической обработки. -Технологические процессы собственно термической, химико-термической, термомеханической и механотермической обработки. - Фазовые и структурные превращения при обработке материалов. Закономерности упрочнения материалов и технологические возможности обработки изделий. Особенности строения сварного соединения. Формирование зоны термического влияния в заготовках при сварке и ее влияние на свойства сварного соединения.5. Закономерности химического и электрохимического взаимодействия материалов с коррозионной средой. Внутренние и внешние факторы химической коррозии в газовых и жидких средах, электрохимической и локальной коррозии.- Меры борьбы с коррозией металлов.- Основы огнестойкого и коррозионно-стойкого легирования сплавов. - Принципы выбора защитных атмосфер и покрытий. Типовые схемы консервации металлоизделий. Неметаллические и композиционные материалы.- Принципы создания композиционных материалов. - Металлические, полимерные, углеродные, силикатные матричные материалы. - Композиционные материалы с нульмерными и одномерными наполнителями. Прочностные, термоупругие, диссипативные и электромагнитные характеристики композитов. Методические основы выбора класса и марки материала. - Комплексные критерии долговечности и надежности мате-



риалов и изделий. Выбор материалов конструкционного и специального назначения по химическому, фазовому составу и структуре.- Категории, состояния поставки, типоразмеры металлопродукции. -Влияние технологии прокатки и типоразмеров продукции на показатели механических, технологических и эксплуатационных свойств. - Сортамент проката общего и специального назначения, проката с защитными металлическими и лакокрасочными покрытиями, пресованных и калиброванных профилей, поковок, отливок, крепежных изделий, арматурных и закладных изделий, канатов и других металлоизделий. - Стали углеродистые конструкционные обыкновенного качества. Конструкционные углеродистые и легированные качественные стали. Стали конструкционные высокой обрабатываемости резанием. Стали низколегированные для армирования железобетонных конструкций, для сварных и других конструкций. Стали рессорно-пружинные. Коррозионно-стойкие, теплостойкие и жаропрочные стали и сплавы. Сочетание высокой прочности и пластичности (надежности) при отрицательных температурах, экономические и эстетические показатели сплавов меди и алюминия.

### ***Аналитическая динамика и теория колебаний***

Принцип виртуальных перемещений в обобщённых координатах. Понятия обобщённых координат и обобщённых сил. Способы вычисления обобщённых сил. Обобщённые силы для механических систем с потенциальными силами. Силовая функция и ее определение. Применение принципа виртуальных перемещений в обобщённых координатах в задачах равновесия механических систем с несколькими степенями свободы. Уравнения Лагранжа. Общее уравнение динамики в обобщённых координатах. Тождество Лагранжа. Методика вывода уравнений Лагранжа. Структура уравнений Лагранжа и их составляющие. Анализ выражения для кинетической энергии. Уравнения Лагранжа для потенциальных сил. Гироскопические и диссипативные силы. Диссипативная функция Рэлея. Обобщённый диссипативный коэффициент. Циклические координаты и циклические интегралы. Канонические уравнения. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Физический смысл функции Гамильтона. Интеграл Якоби. Использование уравнения Гамильтона в квантовой и статистической механике. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Гамильтона-Остроградского для механических систем в потенциальном поле сил. Колебания механических систем с одной степенью свободы. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Способы возбуждения колебаний. Вынужденные колебания системы при гармоническом возбуждении. Резонанс и явление биений. Вынужденные колебания системы в случае периодической возмущающей силы. Колебания, вызываемые импульсами мгновенных сил. Вынужденные колебания под действием произвольной возмущающей силы. Вынужденные колебания в случае нелинейного сопротивления. Эквивалентный коэффициент вязкости. Вынужденные колебания при наличии сухого трения. Основы виброзащиты. Основы теории регистрирующих приборов. Колебания нелинейных систем. Классификация нелинейных систем. Отображение движения на фазовой плоскости. Метод гармонического баланса. Вынужденные колебания нелинейной системы при гармоническом возбуждении. Энергетическая оценка амплитуд резонансных колебаний нелинейных систем. Устойчивость положения равновесия. Устойчивость положения равновесия системы с одной степенью свободы. Теоремы Кельвина. Потенциальная энергия системы с одной степенью свободы. Теорема Лагранжа-Дирихле. Устойчивость равновесия системы с конечным числом степеней свободы. Потенциальная энергия системы с конечным числом степеней свободы. Матрица коэффициентов инерции. Устойчивость равновесия, критерий Сильвестра. Устойчивость равновесия системы с конечным числом степеней свободы. Потенциальная энергия системы с конечным числом степеней свободы. Колебания механических систем с несколькими степенями свободы. Дифференциальные уравнения свободных колебаний консервативной системы и их общее решение. Матрицы коэффициентов инерции, жесткости и коэффициентов влияния. Свободные колебания консервативных систем. Влияние вязкого трения. Аппериодические движения. Случай нелинейного сопротивления. Колебания при наличии кулонова трения. Определение частот и форм

колебаний. Определение частот свободных колебаний шарнирных ферм. Главные координаты. Общее решение дифференциальных уравнений свободных колебаний в главных координатах. Матричная форма уравнений колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Явление резонанса. Динамический гаситель колебаний. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы. Области параметрического резонанса. Параметрическое возбуждение по закону прямоугольного синуса. Параметрическое возбуждение по закону синуса. Маятник с колеблющейся точкой подвеса. Матрица коэффициентов инерции. Колебания, вызванные подвижной нагрузкой. Колебания, вызванные движением опор. Влияние осевой силы на поперечные колебания. Стержни на упругих опорах или упругом основании. Совместные изгибные и крутильные колебания стержней. Колебания круговых колец поперечные колебания мембран. Поперечные колебания пластин. Метод Рэлея-Ритца. Метод Бубнова-Галеркина. Метод начальных параметров.

### ***Строительная механика***

Кинематический анализ сооружений. Расчетные схемы сооружений, их классификация. Статический и кинематический анализ типов связей и опор. Расчет статически определимых систем. Свойства статически определимых систем, методы их расчета на неподвижную нагрузку. Принцип возможных перемещений. Конструирование и расчет многопролетных балок и рам. Общая теория линий влияния. Понятие линий влияния. Статический и кинематический способы построения линий влияния. Линии влияния реакций и усилий в простой балке, в многопролетных балках и рамах. Основные теоремы об упругих системах и определение перемещений в статически определимых системах. Понятие о линейно-деформируемой системе. Обобщенный закон Гука. Обобщенные силы и перемещения. Теорема Клапейрона о работе статически приложенной внешней нагрузки. Формула Мора для определения перемещений от нагрузки, теплового воздействия и осадки опор. Статически неопределимые системы. Метод сил. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости при расчете методом перемещений. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений. Комбинированный способ. Основная система. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Канонические уравнения. Вычисление коэффициентов. Учет симметрии. Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод перемещений). Метод перемещений в матричной форме. Неизвестные и внешние силы, внутренние усилия и деформации. Приведение внешних воздействий к узловой нагрузке. Матрица внешних сил. Три стороны задачи расчета упругих стержневых систем. Расчет стержневых систем с учетом пластических свойств материалов. Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Расчет статически определимых и неопределимых систем с учетом пластических свойств материала. Устойчивость сооружений. Основные понятия устойчивости сооружений: виды потери устойчивости, степень свободы, методы решения. Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы (статический и энергетический методы). Динамика сооружений. Основные понятия динамики сооружений: виды динамических нагрузок, степени свободы, методы решения. Метод конечных элементов (МКЭ расчета конструкций). Методы расчета конструкций с помощью ЭВМ. Идея МКЭ. Расчет стержневых систем МКЭ. Матрица жесткости элемента и совокупности элементов. Определение усилий в элементах. Расчет пространственных систем.

### ***Вычислительная механика***

Численные методы решения простейших одномерных задач механики. Дискретно-континуальное моделирование стержня как конечного элемента. Дифференциальное уравнение деформирования стержня с учетом геометрической нелинейности и краевые условия. Вариационный принцип Лагранжа. Его связь с системой дифференциальных уравнений 1-го порядка равновесия стержня и краевыми условиями. Представление общего решения краевой задачи для дифференциального уравнения равновесия стержня в матричной форме. Алгоритм решения

задачи Коши методом Кута-Мерсона с использованием ортогональной прогонки по Годунову для вычисления обобщенных перемещений стержня. Алгоритм построения решения краевой задачи для системы дифференциальных уравнений 1-го порядка равновесия стержня в матричной форме. Алгоритм вычисления элементов матрицы жесткости стержня на основе дискретно-континуальной схемы. Вычисление элементов матрицы жесткости стержня как конечного элемента в классическом методе конечных элементов. Геометрические характеристики поперечного сечения стержня. Алгоритм преобразования матрицы жесткости стержня из локальной системы координат в глобальную. Конечно-элементное моделирование пространственной стержневой структуры. Автоматическое генерирование расчетной схемы. Формирование глобальной матрицы жесткости. Формирование вектора нагрузок. Структура конечно-элементной системы линейных алгебраических уравнений (ленточность, разреженность). Методы решения конечно-элементных систем уравнений. Вычисление перемещений, усилий и моментов. Графическое представление результатов расчета. Сравнение двух расчетных схем – дискретно-континуальной и конечно-элементной. Примеры реализации дискретно-континуальной схемы. Дифференциальное уравнение колебаний стержня. Использование дискретно-континуальной расчетной схемы для расчета колебаний. Расчет колебаний стержня по МКЭ. 2. Численные методы решения двумерных и трехмерных задач механики. Конечно-элементное моделирование плоского напряженного и плоского деформированного состояний. Матрица жесткости треугольного конечного элемента. Матрица жесткости четырехугольного конечного элемента. Формирование глобальной матрицы жесткости. Формирование вектора нагрузок. Четырехугольный конечный элемент плиты. Его матрица жесткости. Схема решения задачи на ЭВМ. Вычисление деформаций и напряжений. Их графическое представление. Библиотека конечных элементов. Функции формы аппроксимации перемещений. Суперэлементная техника. Обзор программных комплексов по МКЭ.

### ***Безопасность жизнедеятельности***

Классификации происхождения несчастных случаев. Объективный и субъективный фактор безопасности. Экономическая оценка несчастных случаев. Страхование от несчастных случаев. Пути решения безопасности рабочих мест. Функции работодателя и службы охраны труда. Саморегулируемые организации. Основы производственной санитарии и гигиены труда. Нормирование производственных вредностей. Действие вредностей на организм человека. Основные способы защиты человека от воздействия вредных веществ, пыли, вибрации, шума, ионизирующих излучений, их эффективность. Безопасность основных строительных процессов. Технические решения по безопасности труда в проектных решениях. Организация санитарно-бытового обслуживания на стройплощадке. Безопасность при разработке котлованов и траншей, способы обеспечения устойчивости уступа. Безопасность монтажных работ, обеспечение временной устойчивости конструкций, грузоподъемности такелажных устройств, организация рабочего места на высоте. Прочность и устойчивость грузоподъемных кранов, опасные зоны работы крана. Профилактика электротравматизма, критерии безопасности электрического тока. Защитное заземление и зануление. Устройство молниезащиты. Пожарная безопасность в строительстве. Основные сведения о процессе горения, взрывопожароопасные параметры горючих веществ. Категорирование производственных зданий по взрывопожароопасности. Горючесть строительных материалов. Огнестойкость строительных конструкций, огнестойкость Ж.Б. и металлических конструкций. Огнестойкость зданий и сооружений. Противопожарные преграды и разрывы. Условия безопасной эвакуации людей, проектирование путей эвакуации. Здания для взрывоопасных производств, их конструктивные решения. Способы и средства тушения пожаров.

### ***Основы теплопередачи и термоупругости***

Основные законы переноса тепла. Три процесса переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и теплообмен излучением. Перенос теплоты всеми тремя видами одновременно. Теплопередача в инженерных сооружениях. Теплопроводность при стационарном и не стационарном

режиме. Зависимость температуры от координат при стационарном режиме. Дифференциальное уравнение теплопроводности при стационарном режиме. Случаи определения стационарных температурных полей и расчеты тепловых потоков. Периодические стационарные режимы. Расчеты переходных режимов от одного стационарного состояния к другому. Примеры решения задачи определения нестационарного температурного поля в телах различной геометрии. Расчеты расходов теплоты. Приближенные аналитические и численные методы решения задач теплопроводности. Точные аналитические решения уравнения теплопроводности, их физический анализ. Вариационный метод решения нестационарного уравнения теплопроводности для тел сложной формы. Примеры расчета температурных полей численными методами, методом конечных разностей, и методом сеток. Методы пограничного слоя при исследовании теплопередачи. Зависимость теплоотдачи от распределения температуры тела, обтекаемого жидкостью. Метод Прандтля упрощения уравнений, основанный на введении пограничного слоя. Упрощенное уравнение и расчет поля скоростей в пределах пограничного слоя. Две области исследуемого потока: пограничный слой и внешний поток идеальной жидкости. Процесс теплообмена между твердым телом и жидкостью в пограничном слое. Теплопередача при свободной и вынужденной конвекции. Теплоотдача пластины при продольном обтекании потоком. Определение температурного поля и плотности теплового потока для ламинарного пограничного слоя. Формула для коэффициента теплоотдачи. Зависимость числа Нуссельта от чисел Рейнольдса и Прандтля. Особенности турбулентного режима обтекания. Уравнение энергии для турбулентного пограничного слоя. Случай теплоотдачи в окрестности критической точки. Теплоотдача при конденсации и испарении. Теплообмен излучением. Процессы пленочной и капельной конденсации и коэффициенты теплоотдачи. Коэффициенты теплоотдачи при ламинарном турбулентном течении пленки. Пузырьковое и пленочное кипение жидкости. Теплоотдача при пузырьковом кипении жидкости в большом объеме. Теплоотдача при пузырьковом кипении в условиях вынужденной конвекции.

**Основы теории термоупругости.** Термодинамические основы термоупругости. Основные замечания и обозначения. Деформации. Основные уравнения теории упругости в индексных обозначениях. Работа деформации. Основные понятия и положения классической термоупругости. Основные положения термодинамики необратимых процессов в связи с термоупругим деформированием твердого тела. Понятие несвязанной задачи термоупругости. Уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия (распределение температуры по поверхности тела, плотность теплового потока, закон конвективного теплообмена между поверхностью тела и средой). Методы разделения переменных, интегральные преобразования – в решении уравнений теплопроводности. Методы решения задач теплопроводности. Примеры решения задач теплопроводности. Задача о стационарном осесимметричном распределении температуры в длинном цилиндре. Примеры определения температурных полей в элементах конструкций и машин. Постановка задач термоупругости. Задача термоупругости. Основные уравнения термоупругости. Соотношения Дюгамеля – Неймана. Эффект связанности. Не связанная статическая задача. Постановка задачи термоупругости в перемещениях. Аналогия с силовыми воздействиями. Постановка задачи термоупругости в напряжениях. Уравнения равновесия, граничные условия, уравнения сплошности в напряжениях. Многосвязные тела. Условия однозначности перемещений. Плоские задачи термоупругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Соотношения между напряжениями и деформациями. Решение плоской задачи термоупругости в перемещениях. Термоупругий потенциал перемещений. Решение плоской задачи термоупругости в напряжениях. Плоская деформация и плоское напряженное состояние в примерах. Термоупругие напряжения в полой цилиндре при изменении температуры по радиусу. 6. Температурные поля не вызывающие напряжения. Температурные поля, не вызывающие напряжений, закон теплопроводности Фурье. Плоские задачи термоупругости в случае многосвязных тел. Условия однозначности перемещений. О характере зависимости термоупругих напряжений и перемещений от физико-механических характеристик материала. Примеры решения плоских термоупругих задач. Плоские задачи термоупругости для тел с трещинами.

Плоские задачи термоупругости в газотурбостроении. Некоторые плоские задачи неоднородной термоупругости.

### ***Организация и планирования производства***

Концептуальные основы организации строительного производства. Этапы развития и современные задачи. Отраслевые особенности строительства предприятий, зданий и сооружений. Организационные формы и субъекты инвестиционно - строительной деятельности. Взаимодействие участников строительства. Планирование строительного производства. Федеральные и региональные инвестиционные программы. Титульные спискистроек. Договорные отношения. Выбор стратегии бизнес-планов. Документация по организации строительства и производству работ (ПОС, ППР). Состав и содержание проектов организации строительства. Состав и содержание проектов производства работ. Состав и содержание технологических карт. Состав и содержание проектов организации работ. Организация работ подготовительного периода. Структура подготовки строительного производства и классификация ее элементов. Оценка значимости факторов освоения строительных площадок. Принципы инженерной подготовки строительных площадок. Особенности инженерной подготовки территорий. Организация работ основного периода строительства. Принципы организации строительных объектов. Моделирование параметров возведение зданий и сооружений. Организация строительства жилых и общественных зданий. Организация строительства промышленных предприятий. Основы мобильного строительства. Принципы мобильной строительной системы. Классификация элементов мобильной строительной системы. Структура работ пионерного периода. Организационные формы мобильного строительства. Организация и проведение конкурсов и подрядных торгов. Мероприятия и процедуры подготовки конкурсов (торгов). Порядок оформления и подачи заявок. Организация и проведение открытых и закрытых конкурсов (торгов). Тема Оценка конкурсных предложений и определение победителя. Управление в строительстве. Методы и функции управления. Типовые организационные структуры управления строительными организациями. Положения о подразделениях, должностные инструкции. Оперативное управление строительством

### ***Теория пластичности и ползучести***

Основные законы упруго-пластических деформаций. Уравнения пластического состояния. Простое и сложное нагружение. Условия текучести. Поверхность и кривая текучести. Основные уравнения теории малых упруго-пластических деформаций. Условие постоянства максимального касательного напряжения (условие Треска -Сен-Венана). Условие постоянства интенсивности касательных напряжений (условие Мизеса). Условия упрочнения. Теория пластического течения. Деформационная теория пластичности. Связь между теорией течения и деформационной теорией. Обобщения в случае идеальной пластичности. Случай упрочняющейся среды. Уравнения пластического равновесия. Простейшие задачи теории пластичности. Система уравнений пластического равновесия. Условия непрерывности на границе упругой и пластической областей. Остаточные деформации и напряжения 5. Экстремальные принципы и энергетические методы решения. Теоремы о коэффициенте предельной нагрузки. Примеры нахождения предельной нагрузки энергетическим методом. Минимальные принципы в деформационной теории пластичности. Теория приспособляемости. Теоремы приспособляемости упруго-пластических тел. Приближенный способ решения. Устойчивость упруго-пластического равновесия. Критерии устойчивости. Устойчивость сжатого стержня. Приведенно-модульная и касательно-модульная нагрузки. Динамические задачи пластичности. Распространение упруго-пластических волн в стержне. Схема жестко-пластического тела в динамических задачах. Некоторые энергетические теоремы. Ползучесть при одноосном растяжении. Основные результаты экспериментального изучения ползучести при одноосном растяжении. Ползучесть и релаксация напряжений. Кривые ползучести. Длительная прочность. Определение коэффициента запаса. Технические теории ползучести. Теория старения. Теория течения. Теория упрочнения. Теория ползучести с анизотропным упрочнением. Экспериментальная проверка и анализ теорий ползучести. Решения некоторых задач установившейся ползучести. Чистый изгиб бруса. Поперечный изгиб бруса. Кручение бруса кольцевого поперечного сечения. Методы решения неустановившейся ползучести. Теория старения. Теория течения. Принцип минимума дополнительной мощности. Приближенные методы решения задач неустано-

вившейся ползучести. Теория упрочнения. Теория вязкоупругости. Механические модели деформируемого тела. Линейная теория наследственности. Применение преобразования Лапласа. Принцип Вольтерра. Нелинейные теории наследственности.

### ***Теория пластин и оболочек***

Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин. Общая теория изгиба пластин. Основные понятия и гипотезы. Перемещения и деформации в пластине при изгибе. Напряжения и внутренние усилия в сечениях пластины. Основные уравнения изгиба круглых пластин. Асимметричный изгиб сплошных и кольцевых пластин. Граничные условия на контуре. Расчет пластин на устойчивость. Вариационные методы расчета пластин. Общая теория оболочек. Общие понятия и гипотезы. Геометрия пространственной кривой и поверхности. Зависимости между перемещениями и деформациями. Гипотезы теории тонких оболочек. Напряжения и усилия в сечениях оболочки. Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения упругости. Потенциальная энергия деформации. Граничные условия на контуре оболочки. Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения безмоментной теории. Граничные условия на контуре. Условия применимости безмоментной теории. Моментная теория цилиндрических оболочек. Уравнения моментной теории круговой цилиндрической оболочки. Числовой расчет незамкнутых цилиндрических оболочек. Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек. Основные гипотезы и уравнения. Уравнения полубезмоментной теории круговой цилиндрической оболочки. Уравнения незамкнутой цилиндрической оболочки асимметричные деформации оболочек вращения. Уравнения общей моментной теории оболочек вращения. Уравнения асимметричной деформации. Асимметричный изгиб цилиндрической оболочки. Расчет длинных цилиндрических оболочек. Краевой эффект. Основы теории пологих оболочек. Основные гипотезы и уравнения. Метод решения системы уравнений пологих оболочек.

### ***Основы теории колебаний волн***

Динамическое взаимодействие тел с учетом волновых явлений. Подходы к решению задач динамического взаимодействия. Уравнения движения акустических, упругих, вязкоупругих сред. Граничные условия: три основных вида граничных условий; условия на границах раздела кусочно-однородных тел; учёт трения на границах контактов и другие. Начальные условия. Геометрические и физические условия совместности. Влияние волновых процессов при динамическом нагружении. Разделение задач динамического контакта на задачу внутри области приложения нагрузки и на задачу во внешней области. Волновые процессы в деформируемых средах. Поверхностные волны Релея и Лява. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Волны в слоистых средах. Волновые процессы в вязкоупругих средах. Дифракция акустических и упругих волн. Современные подходы к проблеме динамического взаимодействия. Классические и неклассические (типа Тимошенко, Уфлянда-Миндлина, Рейснера) балки, пластинки и оболочки. Скорость и интенсивность волн. Математические методы исследования динамики деформируемых сред. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Обратные преобразования Фурье и Лапласа. Теория рядов. Метод плоских волн. Функции Дирака и Хевисайда. Специальные функции. 4. Понятие о волновой теории удара. Продольный, поперечный, косой удар по стержням, пластинкам и оболочкам. Распространение деформаций и определение динамических характеристик с учетом волновых явлений.

***Математические основы теории колебаний.*** Классификация колебательных систем и колебательных процессов. Создание основ теории колебаний, ее развитие, применение к различным процессам в природе, физике и технике. Разработка математических методов, экспериментальные исследования. Собственные колебания в системах с одной степенью свободы. Колебания в системе со слабой нелинейностью. Собственные колебания в системах с одной степенью свободы. Общие свойства колебательных систем с одной степенью свободы. Консервативные системы. Условие консервативности. Роль начальных условий. Колебания в системе со слабой нелинейностью. Неизохронность колебаний нелинейных систем. Колебания системы с "отталкивающей" силой. Диссипативные системы. Примеры потерь энергии в колебательной системе.

Характеристики затухающего колебательного процесса. "Отрицательные" потери в системе. Физический смысл. Способы осуществления. Особенности колебательного движения в системе с отрицательными потерями. Собственные колебания в нелинейной системе. Примеры нелинейности. Характер колебательного процесса в нелинейной системе. Вынужденные колебания в системах с одной степенью свободы. Принцип суперпозиции. Колебания под действием гармонической силы. Общее решение. Резонанс. Вид колебаний при резонансе. Резонансные кривые. Явления резонанса в разных областях физики и техники. Биения. Поведение нелинейных систем при слабом воздействии (консервативных и диссипативных). Резонансные кривые (амплитудно-частотные характеристики) для мягких и жестких систем. Приближенные расчеты вынужденных колебаний в слабо нелинейных системах. Параметрические колебания. Системы с периодически меняющимися параметрами. Некоторые сведения математической теории параметрических колебаний. Способы изменения параметров системы во времени. Параметрическое возбуждение (резонанс). Обоснование определенных фазовых соотношений между частотой колебательного контура и частотой изменения параметра при резонансе. Параметрические генераторы и усилители. Общие свойства автоколебательных систем. Строение автоколебательной системы и принцип работы. Специфика энергетики автоколебательных систем. Предельные циклы. Влияние нелинейности системы на форму колебаний в системе. Ламповый генератор как автоколебательная система. Типы автоколебательных систем. Релаксационные колебательные системы. Системы резонансного типа, томпсоновского типа. Воздействие внешней гармонической силы на автоколебательную систему. Линейные колебательные системы с двумя степенями свободы. Разбиение сложной колебательной системы на парциальные. Частоты нормальных колебаний и коэффициенты распределения амплитуд. График Вина. Связь и связанность как характеристики энергообмена между парциальными системами при свободных колебаниях. Приближенные методы расчёта и анализа колебательных процессов. Вынужденные колебания в системах с двумя степенями свободы (консервативные и слабо диссипативные). Приближенные методы расчета и анализа колебательных процессов. Метод фазовой плоскости. Обоснование метода. Его возможности. Классификация особых точек и фазовых траекторий. Построение фазовых траекторий методом изоклин Льеонара. Метод поэтапного рассмотрения. Условие сшивания этапов. Метод медленно меняющихся амплитуд. Обоснование метода для слабо нелинейных и слабо диссипативных систем. Основные уравнения для определения ММА. Применение методов ММА к рассмотрению свободных, вынужденных, параметрических и автоколебаний. Метод гармонического баланса. Колебания многомассовых систем. Методы решения систем дифференциально-алгебраических уравнений. Обобщенный метод Гамильтона. Введение в методы оптимизации колебательных систем. Численное моделирование оптимизации колебательного процесса.

### ***Современные строительные конструкции и основы их проектирования***

Основы проектирования современных строительных конструкций. Основные сведения о строительных конструкциях. Краткий обзор развития металлических конструкций (МК). Общая характеристика МК: области применения, достоинства, недостатки и основные требования. Пути снижения стоимости МК. Строительные стали: химический состав, микроструктура, свойства, условия поставки. Низколегированные стали и основные легирующие добавки. Вредные примеси. Способы получения, классы и марки сталей. История развития железобетонных конструкций. Сущность железобетона, его достоинства и недостатки. Виды железобетонных конструкций. Бетоны, их классификация и свойства. Прочность бетона. Деформативные свойства бетона. Усадка и набухание бетона. Силовые деформации. Однократное нагружение кратковременной нагрузкой, влияние скорости нагружения. Упругие и пластические деформации. Назначение арматуры. Рабочая и монтажная арматура. Виды стальной арматуры и её механические свойства. Свариваемость арматурной стали. Классификация арматурной стали и арматурные изделия. Неметаллическая арматура. Каменные и армокаменные конструкции, особенности их работы. Железобетон и его свойства, трещиностойкость, сцепление бетона с арматурой. Анкерование арматуры. Влияние усадки и ползучести бетона на его свойства. Коррозия железобетона



и методы защиты от коррозии. Предварительно напрягаемые железобетонные конструкции. Сущность предварительно напряженного железобетона. Способы преднапряжения. Особенности изготовления железобетонных конструкций. История развития конструкций из дерева. Достоинства и недостатки деревянных конструкций (ДК). Области применения, экономическая эффективность ДК и перспективы их развития. Древесина и древесные пластики, их состав и структура. Механические характеристики древесины. Долговечность ДК, гниение, огнестойкость, коррозия. Особенности изготовления современных конструкций из дерева и пластмасс и их защиты от неблагоприятных воздействий. Работа элементов ДК и принципы их расчета на растяжение, сжатие и изгиб.