

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	4	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Афанасьев Александр Сергеевич, д.т.н., доцент, профессор

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Мелехин Александр Алексеевич, ассистент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ  
ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 — способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК-1 — способность понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **УК-1**

*знания:*

основ системного подхода к проектированию сложных технических систем;

*умения:*

систематизировать информацию об объекте исследования; производить декомпозиции различного вида сложных технических систем; оптимизировать задачи разного уровня сложности;

*навыки:*

в управлении информацией в решении задач, направленных на достижение поставленных целей, касающихся системного проектирования сложных технических систем.

### **ОПК-1**

*знания:*

современных тенденций развития проектирования сложных технических систем и методик проведения экспериментов с целью организации и проведения прикладных исследований, практического использования и внедрения результатов исследований;

*умения:*

планировать и организовывать проектирование сложных технических систем, обоснованно выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы и методики планирования испытаний для решения сформулированной цели и делать соответствующие выводы об адекватности полученных данных;

*навыки:*

использования современных методов проведения проектирования, аналитической обработки экспериментальных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасность и угрозы, возникающие в процессе этого развития, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
- ОПК-6 — Способен использовать в инженерной деятельности методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием современных информационных технологий
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-1	ОПК-1
2	4	<b>Раздел 1. Введение. Системный подход и системный анализ в современной науке и в промышленности.</b> Понятия системы, системности, системного мышления, системного подхода в научных исследованиях, бизнес-процессах, промышленности и системного анализа сложных технических систем. Законы и закономерности систем.	1	1	1	0	0	10	10
2	4	<b>Раздел 2. Основы теории систем.</b> Признаки, свойства, характеристики и классы системы. Принципы классификации систем. Классификация систем на основе определения системы, классификация систем с управлением, классификация систем по степени организованности. Цели и этапы морфологического анализа при исследовании систем. Элементы систем. Связи между элементами. Структура системы. Виды структур. Композиционные свойства систем. Понятие о функциональном описании (функциональной модели) системы. Содержание функционального описания. Функции, процессы, параметры, эффективность и состояние системы. Иерархическая структура функционального описания систем. Методы функционального описания и моделирования систем. Примеры функционального описания технических систем. Информационное описание и моделирование исследуемых систем. Понятие о информационном описании системы. Понятие информации. Организованность системы, виды информации в системе, понятие об управлении системой. Энтропия и принципы Эшби. Параметры информационных потоков. Разнообразие состояний системы и информация. Содержание (результат) информационного описания систем. Примеры информационного описания технических систем. Взаимосвязь морфологического, функционального и информационного описаний при системном подходе к объекту исследований.	30	10	6	4	20	15	15
2	4	<b>Раздел 3. Моделирование и оптимизация исследуемых технических систем.</b> Показатели и критерии эффективности систем. Показатели качества систем. Целевая функция системы. Параметры системы. Принципы и методы оптимизации. Моделирование систем. Систематизация моделей и методов моделирования систем. Классификация методов моделирования сложных систем. Классификация математических моделей. Основные требования к математической модели. Имитационное и аналитическое моделирование. Семантические модели.	32	12	4	8	20	20	20
2	4	<b>Раздел 4. Управление в технических системах.</b> Теория систем в управлении. Принципы и методы управления. Понятие о системах поддержки принятия решений. Методы качественного оценивания систем. Постановка задачи принятия решений в условиях риска и неопределенности. Модели и алгоритмы принятия решений в условиях риска (примеры). Модели и алгоритмы принятия решений в условиях неопределенности (примеры).	16	4	2	2	12	20	20
2	4	<b>Раздел 5. Особенности системного подхода в машиностроении.</b> Общая методология системного подхода сложных технических систем. Примеры применения системного подхода при решении научных и производственных проблем.	16	4	2	2	12	20	20
2	4	<b>Раздел 6. Понятие системного анализа в области машиностроения.</b> Системный анализ как метод принятия и обоснования решений. Схемы и этапы системного анализа. Методики системного анализа. Модели системного анализа. Иерархические системы и иерархические структуры в системном анализе. Анализ информационных ресурсов. Примеры применения системного анализа при решении научных и производственных проблем сложных технических систем.	13	3	2	1	10	15	15
Всего за 4 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Системный подход и системный анализ в современной науке и в промышленности.	Системный подход к объектам машиностроения. Технологический процесс, Технологическая операция. Технологический переход.	0
2	Раздел 2. Основы теории систем.	Классификация систем. Элементы систем. Связи между элементами систем. Структура систем. Функции, параметры,	4

		эффективность системы. Построение графического представления системы. Понятие информации, её количественного измерения. Виды информации в системе. Организованность (неорганизованность) системы, Информация и энтропия. Принципы Эшби.	
3	Раздел 3. Моделирование и оптимизация исследуемых технических систем.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации. Методы решения задач одномерной оптимизации. Методы решения задач многомерной оптимизации. Решение задачи оптимизации.	8
4	Раздел 4. Управление в технических системах.	Идентификация регрессионных моделей. Идентификация моделей технических объектов. Алгоритмы решения задач идентификации.	2
5	Раздел 5. Особенности системного подхода в машиностроении.	Классификация, определение элементов, структуры сложных технических систем. Построение графического представления структуры сложных технических систем.	2
6	Раздел 6. Понятие системного анализа в области машиностроения.	Системный анализ проблемы надежности сложных технических систем.	1
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Системный подход и системный анализ в современной науке и в промышленности.	Системный подход к объектам машиностроения. Технологическое оснащение.	0
2	Раздел 2. Основы теории систем.	1. Графическое представление структур проблем и целей системы. 2. Графическое представление структур систем. 3. Понятия теории информации в системных исследованиях.	20
3	Раздел 3. Моделирование и оптимизация исследуемых технических систем.	1. Показатели качества и критерии оптимальности решений в условиях определенности; методы решения с использованием технологий выделения главного критерия; методы уступок; методы свертывания векторного критерия в скалярный; метод нахождения паретовского решения. 2. Модели черного ящика, структурные модели, сетевые и иерархические модели, многоуровневые, матричные, динамические модели.	20
4	Раздел 4. Управление в технических системах.	1. Провести идентификацию регрессионной модели свойств материала при обработке. 2. Провести идентификацию моделей режимов обработки. 3. Разработать алгоритм решения задач идентификации методом наименьших квадратов.	12
5	Раздел 5. Особенности системного подхода в машиностроении.	1. Системный подход к структуре сложных технических систем. 2. Классификация структуры сложных технических систем. 3. Элементы сложных технических систем. 4. Связи между элементами, структура сложных технических систем. 5. Функции, параметры, эффективность сложных технических систем.	12
6	Раздел 6. Понятие системного	Применение методики системного анализа при разработке сложных технических систем.	10

анализа в области машиностроения.	
<b>Всего за 4 семестр</b>	
	74

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4				ВПЗ		ДР		ВПЗ		ДР		ВПЗ			ВПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 22 экз.
2. А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
3. В. Н. Волкова, А. А. Денисов. . Теория систем и системный анализ. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Моделирование и анализ информационных систем.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
4. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Creo Simulation Basic ENG;
2. Matlab 2015a SP1;
3. AnyLogic;
4. Windchill Quality Solutions Enterprise client;
5. Windchill Quality Solutions Tryout;
6. PTC Creo.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Creo Simulation Basic ENG;
3. Matlab 2015a SP1;
4. AnyLogic;
5. Windchill Quality Solutions Enterprise client;
6. Windchill Quality Solutions Tryout;
7. PTC Creo.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-1 способность понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением методических основ, концепций, принципов, моделей и алгоритмов теории систем и системного анализа с использованием информационных технологий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение. Системный подход и системный анализ в современной науке и в промышленности.</b>		
Системный подход к объектам машиностроения. Технологическое оснащение.	В. Н. Волкова, А. А. Денисов. . Теория систем и системный анализ: Москва: Юрайт, 2020 (Глава 1) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 1) Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 2)	0
Итого по разделу 1		0
<b>Раздел 2. Основы теории систем.</b>		
1. Графическое представление структур проблем и целей системы. 2. Графическое представление структур систем. 3. Понятия теории информации в системных исследованиях.	В. Н. Волкова, А. А. Денисов. . Теория систем и системный анализ: Москва: Юрайт, 2020 (Глава 1) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 2) Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения:	20

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 1)	
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Моделирование и оптимизация исследуемых технических систем.</b>		
1. Показатели качества и критерии оптимальности решений в условиях определенности; методы решения с использованием технологий выделения главного критерия; методы уступок; методы свертывания векторного критерия в скалярный; метод нахождения паретовского решения. 2. Модели черного ящика, структурные модели, сетевые и иерархические модели, многоуровневые, матричные, динамические модели.	А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 3) Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 4)	20
Итого по разделу 3		20
<b>Раздел 4. Управление в технических системах.</b>		
1. Провести идентификацию регрессионной модели свойств материала при обработке. 2. Провести идентификацию моделей режимов обработки. 3. Разработать алгоритм решения задач идентификации методом наименьших квадратов.	В. Н. Волкова, А. А. Денисов. . Теория систем и системный анализ: Москва: Юрайт, 2020 (Глава 4) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 2)	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Особенности системного подхода в машиностроении.</b>		
1. Системный подход к структуре сложных технических систем 2. Классификация структуры сложных технических систем. 3. Элементы сложных технических систем. 4. Связи между элементами, структура сложных технических систем. 5. Функции, параметры, эффективность сложных технических систем.	Ю. Л. Вященко, А. С. Афанасьев, К. М. Иванов. . Системная инженерия, риски, надёжность в разработке и производстве изделий военного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 3) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 1, Глава 4)	12
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Понятие системного анализа в области машиностроения.</b>		
Применение методики системного анализа при разработке сложных технических систем.	В. Н. Волкова, А. А. Денисов. . Теория систем и системный анализ: Москва: Юрайт, 2020 (Глава 2) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное	10

	проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 3)	
Итого по разделу 6		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Раздел 2.

1. Дать признаки системности объектов, привести примеры системных свойств характеристик систем.
2. Перечислить классы систем.
3. Указать возможные принципы классификации систем.
4. Дать определение классификации систем с управлением, привести примеры.
5. Дать определение классификации систем по степени организованности. Привести примеры.
6. Дать определение целей и привести этапы морфологического анализа исследования систем.
7. Дать определение элемента систем. Какие виды связей между элементами существуют.
8. Дать определение структуры системы. Какие виды структур можно привести в качестве примеров.
9. Что такое функциональное описание системы, функциональная модель.
10. Дать определение функции системы, процессов.
11. Какие параметры могут характеризовать систему, её состояние, эффективность.
12. Что такое иерархическая структура описания системы. Привести примеры.
13. Определить тип системы путем классификации.
14. Указать функции системы, определить её элементы. Сформулировать описание связей между элементами.
15. Построить графическое представление структуры системы. Дать и обосновать определение структуры.
16. Дать определение критериев эффективности системы, перечислить входные, внешние, выходные параметры.
17. Сформулировать определение понятия организованности системы.

Раздел 3.

1. Дать описание алгоритмов решения многокритериальных задач оптимизации.
2. Привести примеры показателей качества и критериев оптимальности решений технологии изготовления, конструкции сложной технической системы (СТС).
3. Привести описание алгоритмов решения многокритериальных задач с использованием главного критерия; свертки векторного критерия в скалярный; метода нахождения паретовского решения.
4. Привести описание алгоритмов решения задач одномерной оптимизации.
5. Привести описание алгоритмов задач многомерной оптимизации.
6. Дать определение и привести алгоритм имитационного моделирования.
7. Сформулировать алгоритм решения многокритериальной задач оптимизации системы с использованием главного критерия; свертки векторного критерия в скалярный; метода нахождения паретовского решения.
8. Сформулировать критерии оптимальности технологии изготовления, конструкции СТС.
9. Привести описание алгоритмов решения задач одномерной оптимизации: золотого сечения, дихотомии, Фибоначчи, полиномиальной аппроксимации.
10. Привести описание алгоритмов задач многомерной оптимизации.
11. Дать определение и привести алгоритм имитационного моделирования.

Раздел 4.

1. Привести описание атрибутов, алгоритмов идентификации регрессионных моделей.
2. Дать описание методов максимального правдоподобия и наименьших квадратов.

3. Провести идентификацию регрессионной модели свойств материала при обработке.
4. Провести идентификацию моделей режимов обработки.
5. Разработать алгоритм решения задач идентификации наименьших квадратов.

#### Раздел 5.

1. Дать системное определение технологического процесса, технологической операции, технологического перехода.
2. Определить классификационные признаки, технологии изготовления, конструкции СТС.
3. Привести примеры элементов технологии изготовления, конструкции СТС.
4. Определить тип связи между элементами. Создать структуру машиностроительных систем.
5. Определить исчерпывающие функции, параметры, эффективность технологии изготовления, конструкции СТС.
6. Дать определение и привести алгоритм имитационного моделирования технологической цепочки.
7. Провести классификацию, определить элементы, структуры технологического процесса.
8. Провести классификацию, определить элементы, структуры технологической операции.
9. Провести классификацию, определить элементы, структуры технологического оснащения.
10. Построить графическое представление технологического процесса, технологической операции.
11. Разработать алгоритм имитационного моделирования технологической цепочки.

#### Раздел 6.

1. Дать определение и привести алгоритм системного анализа причин производственного брака.
2. Разработать алгоритм системного анализа причин производственного брака.

### **Вопросы к зачету**

#### Раздел 1.

1. Понятия системы, системности, системного мышления, системного подхода в научных исследованиях, бизнес-процессах, промышленности.
2. Системный анализ объектов машиностроения.
3. Законы и закономерности систем.

#### Раздел 2.

1. Дать признаки системности объектов, привести примеры системных свойств характеристик систем.
2. Перечислить классы систем.
3. Указать возможные принципы классификации систем.
4. Дать определение классификации систем с управлением, привести примеры.
5. Дать определение классификации систем по степени организованности. Привести примеры.
6. Дать определение целей и привести этапы морфологического анализа исследования систем.
7. Дать определение элемента систем. Какие виды связей между элементами существуют.
8. Дать определение структуры системы. Какие виды структур можно привести в качестве примеров.
9. Что такое функциональное описание системы, функциональная модель.
10. Дать определение функции системы, процессов.
11. Какие параметры могут характеризовать систему, её состояние, эффективность.
12. Что такое иерархическая структура описания системы.

Привести примеры функционального описания технических систем.

13. Что такое информационное описание и моделирование системы.
14. Понятие информации, её количественного измерения. Виды информации в системе.
15. Организованность (неорганизованность) системы. Информация и энтропия. Принципы Эшби.
16. Примеры информационного описания технических систем.

#### Раздел 3.

1. Дать описание алгоритмов решения многокритериальных задач оптимизации.
2. Привести примеры показателей качества и критериев оптимальности решений технологии изготовления, конструкции сложных технических систем (СТС).
3. Привести описание алгоритмов решения многокритериальных задач с использованием главного критерия; свертки векторного критерия в скалярный; метода нахождения паретовского решения.
4. Привести описание алгоритмов решения задач одномерной оптимизации.
5. Привести описание алгоритмов задач многомерной оптимизации.
6. Дать определение и привести алгоритм имитационного моделирования.

#### Раздел 4.

1. Привести описание атрибутов, алгоритмов идентификации регрессионных моделей.
2. Дать описание методов максимального правдоподобия и наименьших квадратов.

#### Раздел 5.

1. Дать системное определение технологического процесса, технологической операции, технологического перехода.
2. Определить классификационные признаки, технологии изготовления, конструкции СТС.
3. Привести примеры элементов технологии изготовления, конструкции СТС.
4. Определить тип связи между элементами. Создать структуру машиностроительных систем.



5. Определить исчерпывающие функции, параметры, эффективность технологии изготовления, конструкции СТС.
  6. Дать определение и привести алгоритм имитационного моделирования технологической цепочки.
- Раздел 6.
1. Системный анализ как метод принятия и обоснования решений.
  2. Схемы и этапы системного анализа.
  3. Методики и модели системного анализа.
  4. Иерархические системы и иерархические структуры в системном анализе.
  5. Примеры применения системного анализа при решении научных и производственных проблем.

### **Зачет**

Зачет выставляется как результирующая оценка за ответы на три вопроса из перечня "Вопросы к зачету".

Оценка «зачтено» присваивается при условиях:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено» присваивается при условиях:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-1	ОПК-1	
2	4	Раздел 1. Введение. Системный подход и системный анализ в современной науке и в промышленности.	1	1	1	0	0	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 2. Основы теории систем.	30	10	6	4	20	15	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 3. Моделирование и оптимизация исследуемых технических систем.	32	12	4	8	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 4. Управление в технических системах.	16	4	2	2	12	20	20	Вопросы к зачету, Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	4	Раздел 5. Особенности системного подхода в машиностроении.	16	4	2	2	12	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 6. Понятие системного анализа в области машиностроения.	13	3	2	1	10	15	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
Всего за 4 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

## Критерии оценивания

### УК-1

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют \_\_\_\_\_.
- № 2 Под \_\_\_\_\_ технической системы понимают ее свойство выполнять заданные функции и при этом сохранять во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах при заданных условиях эксплуатации.
- № 3 Показатели надежности технической системы задаются в \_\_\_\_ и устанавливаются исходя из представления о технической системе как объекте надежности.
- № 4 Проектные процедуры разделяются на две группы, одна из которых процедура синтеза, а другая – \_\_\_\_\_.
- № 5 В САПР могут использоваться два метода геометрического моделирования, один из которых моделирование скульптурных поверхностей сложной формы, а другой – \_\_\_\_\_.
- № 6 \_\_\_\_\_ – численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений.
- № 7 \_\_\_\_\_ – развитие рассматриваемой системы во времени, начиная от замысла и заканчивая списанием.
- № 8 \_\_\_\_\_ – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы и выходы.
- № 9 \_\_\_\_\_ – попытка действий с определенными начальной и конечной датами, предпринимаемая для создания продукта или услуги в соответствии с заданными ресурсами и требованиями.
- № 10 Системой управления данными об изделии называется \_\_\_\_\_.

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Самым эффективным путем повышения качества и производительности проектного труда является его автоматизация, в основу которой положены:
1. Системный подход;
  2. Многокритериальная оптимизация;
  3. Вычислительные методы выполнения проектных процедур;
  4. Методы искусственного интеллекта для принятия решений в труднореализуемых задачах;
  5. Использование современных систем автоматизированного проектирования;
  6. Все вышеперечисленные;
  7. 1, 3, 4, 5.
- № 2 Самым дорогостоящим для внесения изменений в конструкцию является этап жизненного цикла:
1. Эксплуатации;
  2. Производства;
  3. Проектирования.
- № 3 Для всех подходов к проектированию сложных систем характерны следующие особенности:
1. Структуризация процесса проектирования, выражаемая декомпозицией проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, процедур;
  2. Итерационный характер проектирования;
  3. Типизация и унификация проектных решений и средств проектирования;

- № 4 4. Безальтернативное принятие решений при создании сложных систем.  
В чем состоит задача интерполяции:
1. Замена кривой или поверхности, описываемыми сложными функциями, другими объектами, описываемыми простыми уравнениями, без потери необходимой точности;
  2. Поиск гладких кривых (сплайнов) или поверхностей, проходящих через множество заданных точек;
  3. Искомая кривая или поверхность должна описываться функцией, обеспечив необходимую степень дифференцирования.
- № 5 Согласно ГОСТ 15.001-88 техническое задание (ТЗ) устанавливает для технической системы:
1. Основное назначение;
  2. Технические и тактико-технические характеристики (ТТХ);
  3. Показатели качества и технико-экономические требования;
  4. Выполнение необходимых стадий разработки конструкторской и технологической документации и ее состав;
  5. Специальные требования;
  6. Все вышеперечисленные;
  7. 1, 2, 3, 4.
- № 6 В чем состоит задача аппроксимации:
1. Замена кривой или поверхности, описываемыми сложными функциями, другими объектами, описываемыми простыми уравнениями, без потери необходимой точности;
  2. Поиск гладких кривых (сплайнов) или поверхностей, проходящих через множество заданных точек;
  3. Искомая кривая или поверхность должна описываться функцией, обеспечив необходимую степень дифференцирования.
- № 7 К методам одномерной оптимизации относятся:
1. Метод дихотомии;
  2. Метод золотого сечения;
  3. Метод покоординатного спуска;
  4. Метод Розенброка;
  5. 1, 2;
  6. 1, 3;
  7. 3, 4;
  8. 1, 2, 3.
- № 8 К методам многомерной оптимизации относятся:
1. Метод Пауэлла;
  2. Метод конфигураций Хука-Джифса;
  3. Метод Фибоначчи;

4. Полиномиальная аппроксимация;
  5. 1, 2;
  6. 3, 4;
  7. 2, 3, 4;
  8. 1, 3.
- № 9 В состав машиностроительных САПР в качестве составляющих входят:
1. CAD-, PDM-, SCADA-;
  2. PDM-, PLM-, CAE-;
  3. CAD-, CAM-, CAE-;
  4. ERP-, CAM-, CAE-;
  5. CAD-, CAM-, PLM-.
- № 10 В состав CAE-систем прежде всего включают программы для выполнения следующих процедур:
1. Моделирование полей физических величин, в том числе анализ прочности, который чаще всего выполняется методом конечных элементов;
  2. Расчет состояний моделируемых объектов и переходных процессов в них средствами макроуровня;
  3. Имитационное моделирование сложных производственных систем на основе массового обслуживания и сетей Петри;
  4. Разработка технологических процессов, синтез управляющих программ технологического оборудования с ЧПУ;
  5. 1, 2, 3;
  6. 2, 3, 4;
  7. 1, 3, 4.

#### **ОПК-1**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Неделимые части системы называют \_\_\_\_\_.
- № 2 \_\_\_\_\_ – часть системы (подмножество элементов и их взаимосвязей), которая имеет свойства системы.
- № 3 Сложная система – система, характеризующаяся большим числом \_\_\_\_\_ и большим числом \_\_\_\_\_ элементов.
- № 4 Система есть совокупность взаимосвязанных \_\_\_\_\_, обособленная от \_\_\_\_\_ и взаимодействующая с ней как целое.
- № 5 Схема, в которой обозначается только наличие элементов и связей между ними, а также разница между элементами и между связями называется \_\_\_\_\_.
- № 6 В кибернетическом плане технологический процесс может быть представлен как объект \_\_\_\_\_.
- № 7 Выполнение проектной процедуры заканчивается получением проектного \_\_\_\_\_.
- № 8 Процесс проектирования сложной ТС имеет сложный \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ характер.
- № 9 Многовариантный анализ заключается в исследовании свойств объекта в некоторой области пространства \_\_\_\_\_ параметров.
- № 10 Выходные параметры – это показатели качества, по которым можно судить о правильности \_\_\_\_\_ системы.

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Возрастание сложности проектируемых объектов проявляется прежде всего в:

1. увеличении продолжительности разработки;
  2. лавинообразном росте объема перерабатываемой научно-технической информации;
  3. увеличении количества подсистем и элементов.
- № 2 Сроки разработки технических систем с повышением их сложности:
1. возрастают;
  2. остаются неизменными;
  3. зависят от квалификации работников.
- № 3 Время морального старения технических систем:
1. неуклонно снижается;
  2. остаётся неизменным;
  3. зависит от допускаемых сроков создания новых изделий.
- № 4 С винеровской кибернетикой связаны такие понятия системных представлений, как:
1. обмен системы веществом, энергией и информацией с окружающей средой;
  2. типизация моделей систем;
  3. значение обратных связей в системе;
  4. принцип оптимальности в управлении и синтезе систем;
  5. количественное описание информации.
- № 5 Системный подход включает в себя:
1. выявление структуры системы;
  2. типизацию связей;
  3. определение атрибутов;
  4. анализ влияния внешней среды;
  5. классификацию знаний.
- № 6 Системы с количественными переменными подразделяются на:
1. Дискретные;
  2. Непрерывные;
  3. Смешанные;
  4. Стохастические.
- № 7 Управляемые извне системы подразделяются на:
1. системы без обратной связи;
  2. системы с регулированием;
  3. системы с управлением по параметрам;
  4. системы с автоматическим регулированием.
- № 8 В качестве компонентов системотехники можно рассматривать:
1. целостность;
  2. структурный;

3. блочно-иерархический;
4. объектно-ориентированный подход.
- № 9 Виды проектных процедур независимо от функционального характера решаемых задач:
1. синтез решений;
2. поиск объектов-аналогов;
3. оптимизация;
4. моделирование;
5. анализ;
6. компоновка;
7. оценка.
- № 10 Проектные процедуры разделяются на группы:
1. процедуры синтеза;
2. процедуры анализа;
3. исследования работоспособности.