

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Динамика, прочность машин, приборов, аппаратуры
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	
6	11	6	216	34	0	17	17	182	0	0	182	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.04.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Кротов Юрий Витальевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ**

## **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-2 — способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

**УК-2**

*знания:*

Технология построения математических моделей реальных объектов и методы решения задач параметрической оптимизации. Особенности построения современных программ и систем оптимизации, а также технологий принятия проектных решений;;

*умения:*

Создание математических моделей реальных объектов с учетом параметрических. дискретизирующих и функциональных ограничений.;;

*навыки:*

Владение универсальными и специализированными компьютерными программами решения задач оптимального проектирования..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ, МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, САД/САЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований
- ОПК-5 — Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
- ОПК-6 — Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы
- ОПК-9 — Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-95 — способен к критическому мышлению в цифровой среде, оценке информации, ее достоверности, построению логических умозаключений на основании поступающих информации и данных
- ПСК-1.1 — Способен проводить анализ динамики и прочности технических объектов с применением современных расчетных технологий, экспериментальных методов, отраслевых методик, учитывать возможность потери несущей способности, а также влияние усталостных разрушений
- ПСК-1.2 — Способен учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-4 — Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		УК-2
6	11	<b>Раздел 1. Введение в курс Оптимальное проектирование конструкций.</b> Постановка задачи оптимизации конструкций. Критерии оптимизации, целевая функция, функциональные, параметрические и дискретизирующие ограничения, создание математической модели реального объекта.	28	4	2	2	24	18
6	11	<b>Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.</b> Методы исследования функций классического анализа; Градиентные методы, метод штрафных функций, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод Ньютона, метод парабол. Метод обобщённого приведённого градиента.	44	6	3	3	38	24
6	11	<b>Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.</b> Оптимизация сварного соединения консольной планки и фундаментного основания по критерию минимальной стоимости материалов деталей и сварного шва.	44	8	4	4	36	18
6	11	<b>Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.</b> Создание математической модели ременной передачи, с возможностью ступенчатого изменения передаточного отношения. Поиск оптимальных размеров ременной передачи по критерию минимальной массы шкивов.	50	8	4	4	42	18
6	11	<b>Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.</b> Создание математической модели двухступенчатого редуктора, задание ограничений, поиск оптимальных значений передаточных чисел ступеней редуктора и коэффициентов ширины колеса по межосевому расстояния по критерию минимальной массы зубчатых колёс.	50	8	4	4	42	22
<b>Всего за 11 семестр</b>			216	34	17	17	182	100
<b>Всего по дисциплине</b>			216	34	17	17	182	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в курс Оптимальное проектирование конструкций.	Математическая модель соединения деталей машин сварным швом	2
2	Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.	Аналитический метод расчёта экстремальных значений функции нескольких переменных	3
3	Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.	Численные методы оптимизации.	4
4	Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.	Тяговая способность и режимы нагружения ременных передач	4
5	Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.	Формула Герца и её использование в оптимизационном процессе.	4
<b>Всего за 11 семестр</b>			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в курс Оптимальное проектирование конструкций.	Разработка математической модели для выполнения оптимального проектирования конструкций	2
2	Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.	Оптимизация площади поверхности стального цилиндрического резервуара заданного объёма.	3
3	Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.	Оптимизация объекта методом обобщённого приведённого	4

		градиента	
4	Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.	Дискретизирующие, параметрические и функциональные ограничения ременных передач.	4
5	Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.	Конструкции зубчатых редукторов (цилиндрических, конических, волновых, планетарных).	4
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в курс Оптимальное проектирование конструкций.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	24
2	Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	38
3	Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	36
4	Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	42
5	Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	42
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>182</b>

## 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
11	ОС			КВ	ДР	Тест	Отч. по ЛР		ДР		Тест	ОС		Тест	ДР	Вопр. Экз, Отч. по ЛР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- КВ – контрольные вопросы;
- Тест – тест;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- контрольные вопросы;
- тест;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Гончаров. . Методы оптимизации. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. В. А. Санников. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 42 экз.
3. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 15 экз.
4. М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. . Детали машин. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
5. М. Ю. Рачков. Оптимальное управление в технических системах. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
6. О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления. М.: Юрайт, 2021, эл. рес.
7. П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. . Конструирование узлов и деталей машин. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

### 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:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **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 **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-2 способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с поиском оптимальных решений при проектировании деталей, сборочных единиц, агрегатов, машин с использованием аналитических, эвристических, численных и других методов оптимизации, реализованных в универсальных и специализированных компьютерных программах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- контрольные вопросы;
- тест;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**182 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 182 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 в курс Оптимальное проектирование конструкций.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (1-2) В. А. Гончаров. . Методы оптимизации: Москва: Юрайт, 2020 (2-4)	24
Итого по разделу 1		24
<b>Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	В. А. Гончаров. . Методы оптимизации: Москва: Юрайт, 2020 (2-4) О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления: М.: Юрайт, 2021 (1-2)	38
Итого по разделу 2		38
<b>Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	М. Ю. Рачков. Оптимальное управление в технических системах: Москва: Юрайт, 2019 (3-5) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1)	36
Итого по разделу 3		36
<b>Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (6-7) П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. . Конструирование узлов и деталей машин: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (18)	42
Итого по разделу 4		42
<b>Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по	М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. . Детали машин: Москва: Юрайт,	42

рекомендуемой литературе и по конспективным записям лабораторных и практических занятий.	2022 (8)	
Итого по разделу 5		42

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- контрольные вопросы;
- тест;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### 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.

#### Устный опрос студентов

Устный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой, при этом в активную умственную работу вовлекаются все студенты группы. Устный опрос проводится в динамичной форме: вопрос - короткий ответ. Например, вопрос: что такое симплекс метод? Ответ может дать любой студент в аудитории, и этот ответ фиксируется преподавателем и имеет значение при подведении итогов работы в семестре. Другой пример: с чего начинается оптимизационный процесс? Сами вопросы затрагивают предыдущие темы занятий или касаются непосредственно рассматриваемой темы на данном занятии. Заключительная часть устного опроса - подробный анализ ответов учащихся. Результаты опроса должны быть отмечены в журнале.

#### Контрольные вопросы

Контрольные вопросы, такие как: в каком случае используют симплекс-метод при решении оптимизационных задач, в чём суть метода синектики, и другие вопросы, которые возникают по занятию и иногда, отчасти повторяют вопросы к экзамену.

Проводимое контрольное мероприятие предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому оно служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления каждого студента.

Критериями ответа на контрольные вопросы являются следующие показатели качества знаний:

- полнота - количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
  - глубина - совокупность осознанных знаний об объекте;
  - конкретность - умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний (доказать на примерах основные положения);
  - системность - представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных ее элементов, расположенных в логической последовательности;
  - развернутость - способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;
- Ответы студентов оцениваются преподавателем и фиксируются в журнале. Кроме того, следует добавить, что немаловажно для будущего технического специалиста и, возможно, руководителя, умение излагать свои мысли литературным грамотным языком.

#### Тест

Тестирование по дисциплине проводится в соответствии с технологической картой с определённой периодичностью три раза в семестр. Банк вопросов каждого теста содержит примерно 30 вопросов, и 10 вопросов из банка в случайном порядке задает студенту программа тестирования.

Процедура оценивания ответов.

Студент должен дать набрать не менее чем на 6 баллов при ответе на 10 тестовых вопросов, и тогда оценка тестирования будет положительная, а если меньше шести баллов - оценка негативная (тестирование студент не прошёл)

Банки тестовых вопросов содержатся в соответствующем разделе ЭИОС Moodle "Текущий контроль успеваемости": тест текущего контроля успеваемости №1, № 2 и № 3. Они доступны студентам только в

период проведения тестирования (6 дней), устанавливаемого учебным управлением Университета. Преподаватель получает итоговую информацию о результатах проведенных тестирований в отчете, размещаемом в ЭИОС Moodle.

### **Отчет по ЛР**

Отчет о лабораторной работе - технический документ, который содержит систематизированные данные о лабораторной работе, описывает теорию, используемую в лабораторной работе, ход лабораторной работы, расчеты и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы. Отчет составляется по результатам выполнения студентом лабораторной работы. Студент несет ответственность за достоверность данных, представленных в отчете по лабораторной работе.

Процедура оценивания результатов выполнения лабораторной работы:

Отчет по лабораторной работе подлежит обязательной проверке, осуществляемой преподавателем кафедры. После прохождения проверки происходит прием лабораторной работы в устной форме, и в случае правильных ответов на уточняющие вопросы работа считается принятой. В случае замечаний по оформленной работе или неуверенных ответов на поставленные вопросы работа отправляется на исправление, доработку и дополнительную подготовку к защите.

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные этапы решения задач оптимизации конструкций.
2. Основные понятия и определения в задачах оптимального проектирования
3. Математическая постановка задач оптимизации.
4. Классические аналитические методы решения задач оптимизации. Метод Ньютона.
5. Численные методы отыскания безусловного экстремума функции одной переменной: классификация, идея, алгоритм численной реализации, погрешность, условия применения Метод «золотого сечения», метод Фибоначчи, метод ломаных, метод касательных. .
6. Погрешности, условия применения численных методов отыскания безусловного экстремума функции одной переменной.
7. Классический метод отыскания экстремума функции нескольких переменных (ФНП): необходимое и достаточное условия существования экстремума.
8. Условный экстремум ФНП. Метод множителей Лагранжа.
9. Градиентные методы: наискорейшего спуска, метод с постоянным шагом.
10. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Свойства задач ЛП: выпуклость множества допустимых решений, существование базисных оптимальных решений.
11. Двойственная задача линейного программирования.
12. Методы решения многокритериальной задачи оптимизации.
15. Парето-оптимизация. Способы численного построения множества Парето.
16. Постановки задач оптимального проектирования конструкций в механике. Виды задач оптимального проектирования.
17. Виды критериев оптимизации в задачах ОП. Основные ограничения в задачах ОП, и другие вопросы

### **Экзамен**

Обучающийся имеет право на получение положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в соответствии с критериями, содержащимися в технологической карте.

Экзамен проводится в форме электронного тестирования. Билет содержит 25 открытых и закрытых тестовых вопросов и оптимизационную задачу. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл. За правильное решение задачи - 50 баллов

Используется стобалльная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом:

Отлично – 81 – 100 баллов,

Хорошо – 61 – 80 баллов,

Удовлетворительно – 41 – 60 баллов.

В итоге максимальная оценка может составить 100 баллов

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		УК-2	
6	11	Раздел 1. Введение в курс Оптимальное проектирование конструкций.	28	4	2	2	24	18	Устный опрос студентов
6	11	Раздел 2. Технологии поиска оптимальных решений. Аналитические методы исследования функций. Численные методы оптимизации.	44	6	3	3	38	24	Контрольные вопросы
6	11	Раздел 3. Оптимальное проектирование сварных соединений элементов конструкций.	44	8	4	4	36	18	Отчет по ЛР, Тест
6	11	Раздел 4. Оптимальное проектирование ременных передач.	50	8	4	4	42	18	Тест, Устный опрос студентов
6	11	Раздел 5. Оптимальное проектирование многоступенчатых редукторов.	50	8	4	4	42	22	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР, Тест
Всего за 11 семестр			216	34	17	17	182	100	
Всего по дисциплине			216	34	17	17	182	100	



## Критерии оценивания

### УК-2

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Метод .....– это один из эвристических методов решения творческих задач, в основе которого лежит процесс отождествление себя с объектом и предметом творческой деятельности, осмысление функций исследуемого предмета на основе "вживания" в образ изобретения, которому приписываются личные чувства, эмоции, способности видеть, слышать, рассуждать и т. д.
- № 2 В системе автоматизированного проектирования основными методами оптимизации являются ..... методы
- № 3 Для решения негладких задач оптимизации в Excel используют .... метод
- № 4 Для решения линейных задач оптимизации в Excel используют ..... метод
- № 5 Задача оптимизации сводится к нахождению.....
- № 6 Любой критерий оптимальности имеет..... природу
- № 7 Для решения нелинейных задач оптимизации в Excel используют метод .....
- № 8 Математическое программирование представляет собой математическую дисциплину, занимающуюся изучением .....задач и разработкой методов решения таких задач
- № 9 Метод синектики относится к ..... методам
- № 10 Метод мозгового штурма относится к ..... методам
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Оптимизация – это...
- Получение оптимальных результатов в определенных пределах;
- Целенаправленная деятельность, заключающаяся в получении наилучших результатов при соответствующих условиях;
- Процесс создания документации на технические объекты с минимальными трудозатратами;
- Правильного ответа нет.
- № 2 На основании выбранного критерия оптимальности составляют...
- Оптимальную функцию;
- Функцию критерия оптимальности;
- Целевую функцию;
- Глобальную функцию
- № 3 Какие ограничения должен учитывать проектировщик в процессе постановки и решения задач оптимального проектирования?
- Критические;
- Метаболические;
- Параметрические;
- Формальные;
- Экономические.
- № 4 Первый этап построения математической модели – ...
- Формализация объекта;
- Исследование объекта;
- Исследование рынка;
- Выявление аномальной области поиска

- № 5 При решении оптимизационной задачи необходимо для начала  
Рассчитать предполагаемый экономический эффект;  
Составить математическую модель;  
Выбрать математический метод оптимизации;
- № 6 Подобрать адекватный способ ранжирования  
Целью анализа математической модели технического объекта является:  
Выявление изогнутости  
Выявление скрученности  
Выявление выпуклости  
Выявление когерентности  
Выявление вогнутости
- № 7 Анализ многопараметрических моделей с целевой функцией сложного вида проводят с помощью  
Методов случайного поиска.  
Методов векторного анализа.  
Методов распределённого поиска.  
Методов функционального анализа.  
Методов планирования эксперимента...
- № 8 Какие ограничения должен учитывать проектировщик в процессе постановки и решения задач оптимального проектирования?  
Дискредитирующие;  
Граничные;  
Пространственные;  
Дискретизирующие;  
Теократические.
- № 9 Какие ограничения должен учитывать проектировщик в процессе постановки и решения задач оптимального проектирования?  
Конкретизирующие;  
Функциональные;  
Многофакторные;  
Эндоскопические;  
Формальные
- № 10 Необходимость оптимизации в проектировании уже появляется на этапе  
Эскизного проектирования;  
Структурного синтеза;  
Инженерного моделирования;  
Анализа технического предложения

