

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бакин Илья Максимович

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подписания: 14.11.2025 11:47:50

Уникальный программный ключ:

f2f55155d930706e649181206093e1db26bb603c



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Технологический институт

Кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:

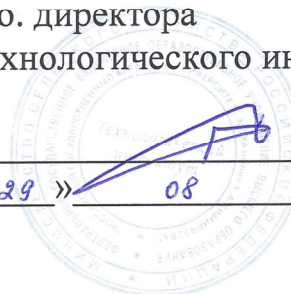
И.о. директора

Технологического института

И.А. Бакин

« 29 » 08

2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.03 Системы инженерного анализа технических объектов**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 – Агроинженерия

Направленность: Компьютерный инжиниринг в управлении жизненным циклом технических систем

Курс: 2


Семестр: 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Торопцев В.В., к.т.н., доцент

  
«28» августа 2025 г.


Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доцент

  
«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности, специалист по инжинирингу машиностроительного производства, специалист в области механизации сельского хозяйства) по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств  
протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Зав. кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор


  
«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
Технологического института  
Дунченко Н.И., д.т.н., профессор


  
Протокол № 2 от «28» августа 2025 г.

Зав. выпускающей кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор

  
«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ  




  
«28» августа 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>17</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>20</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>21</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.01.03 «Системы инженерного анализа технических объектов»**  
**для подготовки магистров по направлению подготовки**  
**35.04.06 Агроинженерия**  
**направленности «Автоматизированные комплексы перерабатывающих**  
**производств»**

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности выпускника в области инженерных расчетов и моделирования объектов перерабатывающих производств.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.6; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-5.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-5.1; ПКос-5.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Виды задач инженерного анализа. Основные этапы решения инженерных задач. Программные системы проектирования. Универсальные и специализированные программы анализа. Программы анализа систем управления. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод конечных объёмов. Создание 3D-модели детали. Идеализация и упрощение 3D модели для использования в расчете. Создание математической модели. Разбиение модели на конечно-элементную сетку. Анализ усталостной прочности. Расчет напряженно-деформированного состояния. Расчет устойчивости. Анализ динамических процессов. Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. Анализ тепловых установившихся процессов. Анализ тепловых нестационарных процессов. Расчет термоупругости. Моделирование течения газа и жидкости. Расчет теплопроводности и естественной конвекции. Формирование расчётной модели. Формирование оптимизационной задачи. Генерация КЭ-сетки. Выполнение расчета и анализ результатов. Пост-обработка оптимизированной конструкции.

**Общая трудоемкость дисциплины: 216 / 6 (ч / зач. ед.)**

**Промежуточный контроль: зачет с оценкой.**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Системы инженерного анализа технических объектов» является изучение обучающимися теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков и формировании у обучающихся компетенций в области инженерных расчетов и моделирования объектов перерабатывающих производств.

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

Дисциплина «Системы инженерного анализа технических объектов» включена в перечень дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Системы инженерного анализа технических объектов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: «Компьютерные технологии в перерабатывающих производствах», «Математические методы в инженерии перерабатывающих производств», «Методология научного исследования», «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования», а также Технологическая (проектно-технологическая) практика.

Дисциплина «Системы инженерного анализа технических объектов» является основополагающей для прохождения производственной практики «Научно-исследовательская работа», преддипломной практики, подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является умение пользоваться универсальными и специализированными программными средствами и системами инженерного анализа, владеть методиками решения прикладных инженерных задач.

Рабочая программа дисциплины «Системы инженерного анализа технических объектов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата	последовательность шагов для достижения результата деятельности	видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата	навыками планирования последовательности шагов для достижения данного результата
			УК-2.3 Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения.	специфику составления плана-графика реализации проекта в целом и плана контроля его выполнения	формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения	навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана контроля его выполнения
			УК-2.4 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами	специфику организации и координации работы участников проекта, конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов, обеспечения работы команды необходимыми ресурсами	организовать и координировать работу участников проекта, преодолевать возникающие разногласия и конфликты, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами	навыками организации и координации работы участников проекта, конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов, обеспечения работы команды необходимыми ресурсами
			УК-2.6 Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)	возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществления его внедрения)	предлагать возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществлять его внедрение)	навыками выработки возможных путей (алгоритмов) внедрения в практику результатов проекта (или осуществления его внедрения)
2.	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая ко-	УК-3.1 Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу ко-	способы выработки стратегии сотрудничества и организации на ее основе работы ко-	вырабатывать стратегию сотрудничества и на ее основе организовывать работу команды для до-	навыками выработки стратегии сотрудничества и организации на ее основе работы команды для

		мандную стратегию для достижения поставленной цели	манды для достижения поставленной цели	манды для достижения поставленной цели	стижения поставленной цели	достижения поставленной цели
			УК-3.2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий	специфику корректировки своих действий в социальной и профессиональной деятельности с учетом особенностей поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает / взаимодействует	учитывать в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает / взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий	навыками учета в своей социальной и профессиональной деятельности интересов, особенностей поведения и мнений (включая критические) людей, с которыми работает / взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий
			УК-3.3 Обладает навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон	приемы и методы преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон	преодолевать возникающие в команде разногласия, споры и конфликты на основе учета интересов всех сторон	навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон
			УК-3.4 Предвидит результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий	специфику влияния как личных, так и коллективных действий на результаты (последствия)	предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий	навыками планирования результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий
			УК-3.5 Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды. Организует обсуждение разных идей и мнений	приемы и методы планирования командной работы, распределения поручений и делегирования полномочий членам команды, организации обсуждения разных идей и мнений	планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды, организовывать обсуждение разных идей и мнений	навыками планирования командной работы, распределения поручений и делегирования полномочий членам команды, организации обсуждения разных идей и мнений
3.	УК-5	Способен анализи-	УК-5.2	особенности недис-	создавать недискримина-	навыками создания не-

		ровать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	криминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	ционной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	дискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач
4.	ПКос-3	Способен разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию для интеллектуальных систем управления жизненным циклом технических систем перерабатывающих производств, используя системы автоматизированного проектирования	ПКос-3.1 Знает возможности и порядок работы в автоматизированных системах управления жизненным циклом продукции продовольственного машиностроения	возможности и порядок работы в автоматизированных системах управления жизненным циклом продукции продовольственного машиностроения	изучать возможности работы в автоматизированных системах управления жизненным циклом продукции продовольственного машиностроения	навыками изучения возможностей работы в автоматизированных системах управления жизненным циклом продукции продовольственного машиностроения
			ПКос-3.2 Умеет оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области разработки электронной модели продукции продовольственного машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования	специфику оказания информационной поддержки жизненного цикла в области разработки электронной модели продукции продовольственного машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования	оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области разработки электронной модели продукции продовольственного машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования	навыками оказания информационной поддержки жизненного цикла в области разработки электронной модели продукции продовольственного машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования
5.	ПКос-4		ПКос-4.1 Знает возможности и порядок работы со специализированным программным обеспечением для сопровождения основных этапов жизненного цикла изделия	возможности и порядок работы со специализированным программным обеспечением для сопровождения основных этапов жизненного цикла изделия	работать со специализированным программным обеспечением для сопровождения основных этапов жизненного цикла изделия	навыками работы со специализированным программным обеспечением для сопровождения основных этапов жизненного цикла изделия
			ПКос-4.2 Умеет разрабатывать предложения по совершенствованию производственного	специфику разработки предложений по совершенствованию производственного про-	разрабатывать предложения по совершенствованию производственного процесса, повышению	навыками разработки предложений по совершенствованию производственного процесса, по-



			процесса, повышению эффективности использования технологического оборудования пищевых производств, в том числе с использованием цифровых технологий	цесса, повышению эффективности использования технологического оборудования пищевых производств, в том числе с использованием цифровых технологий	эффективности использования технологического оборудования пищевых производств, в том числе с использованием цифровых технологий	вышению эффективности использования технологического оборудования пищевых производств, в том числе с использованием цифровых технологий
			ПКос-4.3 Владеет навыками разработки модели производства с помощью прикладных программ имитационного моделирования	специфику разработки модели производства с помощью прикладных программ имитационного моделирования	разрабатывать модели производства с помощью прикладных программ имитационного моделирования	навыками разработки модели производства с помощью прикладных программ имитационного моделирования
6.	ПКос-5	Способен разрабатывать стратегию развития и осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства пищевой продукции	ПКос-5.1 Знает современные направления развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	современные направления развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	искать информацию о современных направлениях развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	навыками анализа информации о современных направлениях развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья
			ПКос-5.2 Умеет анализировать преимущества и недостатки направлений развития пищевой техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	специфику анализа преимуществ и недостатков направлений развития пищевой техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	анализировать преимущества и недостатки направлений развития пищевой техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	навыками анализа преимуществ и недостатков направлений развития пищевой техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 ч), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам №3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216/6</b>	<b>216/6</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>56,35</b>	<b>56,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>56,35</b>	<b>56,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	14	14
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	42/4	42/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>159,65</b>	<b>159,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	159,65	159,65
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л		ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1 «Введение в системы инженерного анализа»	71,65	4		8	-	59,65
Раздел 2 «Решение задач инженерного анализа с использованием T-FLEX Анализ»	68	4		14/2	-	50
Раздел 3 «Проведение инженерных расчётов с применением САПР АРМ и КОМПАС Flow»	76	6		20/2	-	50
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>215,65</b>	<b>14</b>		<b>42/4</b>		<b>159,65</b>
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-		-	0,35	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>14</b>		<b>42/4</b>	<b>0,35</b>	<b>159,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## Раздел 1 Введение в системы инженерного анализа

### Тема 1 Основные задачи, функции и средства инженерного анализа технических объектов

Основные понятия инженерного анализа. Виды задач инженерного анализа. Основные этапы решения инженерных задач. Программные системы проектирования. Универсальные и специализированные программы анализа. Программы анализа систем управления.

### Тема 2 Основные методы инженерных расчетов

Основные расчетные методы, применяемые для инженерных исследований. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов. Подготовка трехмерных моделей изделий для расчетов методом конечных элементов. Создание 3D-модели детали. Идеализация и упрощение 3D модели для использования в расчете. Создание математической модели. Разбиение модели на конечно-элементную сетку.

## Раздел 2 Решение задач инженерного анализа с использованием T-FLEX Анализ

### Тема 1 Статический и динамический анализ конструкций технических систем

Анализ напряженно-деформированного состояния. Анализ устойчивости. Анализ усталостной прочности. Анализ собственных частот. Анализ вынужденных колебаний. Анализ динамических процессов

### Тема 2 Анализ тепловых процессов технических систем

Анализ тепловых установившихся процессов. Анализ тепловых нестационарных процессов

## Раздел 3. Проведение инженерных расчётов с применением САПР АРМ и КОМПАС Flow

### Тема 1 Прочностной анализ конструкции

Расчет напряженно-деформированного состояния. Расчет статической прочности. Расчет устойчивости. Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. Расчет термоупругости. Расчет стационарной теплопроводности

### Тема 2 Топологическая оптимизация конструкции

Формирование расчётной модели. Формирование оптимизационной задачи. Генерация конечно-элементной сетки. Выполнение расчета и анализ результатов. Пост-обработка оптимизированной конструкции

### Тема 3 Анализ аэро-и гидродинамики конструкции

Моделирование течения газа и жидкости. Расчет теплопроводности и естественной конвекции

## 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Введение в системы инженерного анализа</b>		УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	<b>12</b>
	Тема 1 Основные задачи, функции и средства инженерного анализа	Лекция №1 Основные задачи и функции инженерного анализа технических объектов	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
	Тема 1 Основные задачи, функции и средства инженерного анализа	Практическая работа №1 Введение в инженерный анализ	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4;	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрол ьного меропри ятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- товка
	технических объектов	технических объектов	ПКос-5		
		Практическая работа №2 Изучение программных средств инженерного анализа	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
	Тема 2 Ос- новные мето- ды инженер- ных расчетов	Лекция №2 Основные методы инженерных расчетов. Подготовка трехмер- ных моделей изделий для расче- тов	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №3 Изучение основных расчетных методов инженерных исследова- ний	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №4 Разработка и оптимизация трех- мерной модели изделия для рас- четов методом конечных эле- ментов	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
2	<b>Раздел 2. Решение задач инженерного анали- за с использованием T-FLEX Анализ</b>		УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	<b>18/2</b>
	Тема 1 Ста- тический и динамиче- ский анализ конструкций технических систем	Лекция №3 Статический и динамический анализ конструкций технических систем	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №5 Анализ статических параметров конструкции	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4
		Практическая работа №6 Анализ динамических парамет- ров конструкции	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4
	Тема 2 Ана- лиз тепловых процессов технических систем	Лекция №4 Анализ тепловых процессов тех- нических систем	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №7 Тепловые расчеты процессов технических систем	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	6/2
3	<b>Раздел 3. Проведение инженерных расчётов с применением САПР АРМ и КОМПАС Flow</b>		УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	<b>26/2</b>
	Тема 1 Проч- ностной ана- лиз конструк- ции	Лекция №5 Прочностной анализ конструк- ции	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №8 Статический расчет конструкций	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4
		Практическая работа №9 Динамический расчет конструк- ций	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		Практическая работа №10 Тепловой расчет конструкций	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4
	Тема 2 Топологическая оптимизация конструкции	Лекция №6 Топологическая оптимизация конструкции	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №11 Изучение основных этапов топологической оптимизации изделия	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4/2
	Тема 3 Анализ аэро-и гидродинамики конструкции	Лекция №7 Анализ аэро-и гидродинамики конструкции	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	2
		Практическая работа №12 Моделирование течения газа и жидкости	УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5	Устный опрос	4

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Введение в системы инженерного анализа</b> Компетенции: УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5		
1.	Тема 1 Основные задачи, функции и средства инженерного анализа технических объектов	Достоинства и недостатки основных систем инженерного анализа
2.	Тема 2 Основные методы инженерных расчетов	Проблемы генерации конечно-элементных сеток
<b>Раздел 2 Решение задач инженерного анализа с использованием T-FLEX Анализ</b> Компетенции: УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5		
4.	Тема 1 Статический и динамический анализ конструкций технических систем	Ограничения статического анализа конструкций. Динамический анализ переходных процессов
5.	Тема 2 Анализ тепловых процессов технических систем	Основные понятия и принципы теплового анализа
<b>Раздел 3 Проведение инженерных расчётов с применением САПР АРМ и КОМПАС Flow</b> Компетенции: УК-2; УК-3; УК-5; ПКос-3; ПКос-4; ПКос-5		
4.	Тема 1 Прочностной анализ конструкции	Понятие усталости материалов и конструкций
5.	Тема 2 Топологическая оптимизация конструкции	Перспективы развития алгоритмов топологической оптимизации конструкций
6.	Тема 3 Анализ аэро-и гидродинамики конструкции	Сравнение возможностей программных решений для численного моделирования задач аэро- и гидродинамики

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интер-активных образовательных технологий
1.	Основные методы инженерных расчетов. Подготовка трехмерных моделей изделий для расчетов	Л Тренинг
2.	Прочностной анализ конструкции	Л Разбор конкретной ситуации
3.	Моделирование течения газа и жидкости	ПЗ Компьютерная симуляция

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

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

##### 1) Вопросы для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся, для устного опроса:

- 1 Классификация систем инженерного анализа.
- 2 Общая характеристика систем инженерного анализа.
- 3 Модульная структура систем инженерного анализа.
- 4 Геометрические модели и интеграция систем инженерного анализа и технологической подготовки производства.
- 5 Физические модели инженерных систем.
- 6 Математическое моделирование инженерных задач и дифференциальные уравнения в частных производных.
- 7 Граничные и начальные условия.
- 8 Расчетная модель и аппроксимация на сетке.
- 9 Метод конечных разностей.
- 10 Явные и неявные схемы.
- 11 Основные понятия и принципы теплового анализа.
- 12 Решение тепловой задачи при моделировании литейных технологий.
- 13 Уравнение равновесия изотропных тел.
- 14 Напряженное состояние в точке и тензор напряжений.
- 15 Предельные механические свойства материалов.
- 16 Условие прочности, коэффициент запаса и критерии разрушения.
- 17 Расчетные параметры систем инженерного анализа.
- 18 Концепция метода конечных элементов.
- 19 Типы конечных элементов.
- 20 Решение задач технической механики методом конечных элементов.
- 21 Автоматическая и прямая генерация сетки.
- 22 Проблемы генерации конечно-элементных сеток.
- 23 Соотношение сеточной и геометрической модели.
- 24 Подготовка 3D-моделей к расчету.
- 25 Методы и параметры корректности решения.

## **2)Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):**

- 1 Матрицы, обрабатываемые программами инженерного анализа.
- 2 Прямые и итерационные методы.
- 3 Повышение точности и эффективности расчетов.
- 4 Нагрузки в конструкционном анализе.
- 5 Последовательность решения конструкционных задач.
- 6 Решение тепловых и термopрочностных задач в конструкционном анализе.
- 7 Классификация нелинейных эффектов.
- 8 Нелинейное изменение геометрии.
- 9 Нелинейное поведение материалов.
- 10 Нелинейные элементы.
- 11 Методы решения нелинейных задач.
- 12 Контактные задачи в сборках.
- 13 Концепция моделирования контактов в конечно-элементной сетке.
- 14 Классификация контактных задач.
- 15 Ограничения статического анализа конструкций. Основные этапы статического анализа конструкций.
- 16 Основные понятия задач оптимизации. Параметрические модели.
- 17 Оптимизация формы в конструкционном анализе.
- 18 Оптимизация проекта.
- 19 Понятие усталости материалов и конструкций.
- 20 Основные характеристики циклов нагружения.
- 21 Последовательность компьютерного решения.
- 22 Общая характеристика задач динамики.
- 23 Общий вид уравнений динамики.
- 24 Динамический анализ переходных процессов.
- 25 Незатухающие гармонические колебания. Свободные затухающие колебания.
- 26 Вынужденные колебания. Резонанс.
- 27 Анализ вибраций с использованием систем инженерного анализа.
- 28 Модальный анализ. Гармонический анализ. Спектральный анализ.
- 29 Понятие устойчивости. Линейный анализ устойчивости.
- 30 Нелинейный анализ устойчивости.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая и традиционная система** контроля и оценки успеваемости обучающихся.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга обучающегося осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости обучающихся должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Почекуев, Е. Н. Инженерный анализ объектов и процессов машиностроения в САПР. Моделирование объектов и процессов в САПР. Методы решения задач моделирования с помощью MATLAB : учебное пособие / Е. Н. Почекуев, П. Н. Шенбергер. — Тольятти : ТГУ, 2024. — 109 с. — ISBN 978-5-8259-1611-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/427133>

2. Седельников, А. В. Системный анализ инженерных методов в задачах прикладной и теоретической механики : учебное пособие / А. В. Седельников, А. В. Алексеев. — Самара : Самарский университет, 2022. — 69 с. — ISBN



978-5-7883-1800-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/336530>

3. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологическом обеспечении машиностроительных производств : учебное пособие / С. В. Лукинских. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2022. — 168 с. — ISBN 978-5-9765-5008-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/231683>

4. Матвеев, С. А. Основы метода конечных элементов : учебное пособие / С. А. Матвеев. — 2-е изд., испр. — Омск : СибАДИ, 2023. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407138>

5. Инженерные прикладные программы : учебное пособие / составители Е. В. Хардина, С. С. Вострикова. — Ижевск : УдГАУ, 2020. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158599>

6. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях : учебное пособие / И. В. Кудинов, В. А. Кудинов, А. В. Еремин, С. В. Колесников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1837-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211796>

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Авроров, В. А. Инженерные расчеты деталей и узлов при проектировании технологического оборудования пищевых производств : учебное пособие / В. А. Авроров. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 308 с. — ISBN 978-5-9729-1053-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281786>

2. Черник, Д. В. Основы проектирования элементов конструкций машин и оборудования в T-FLEX CAD : учебное пособие / Д. В. Черник, В. Н. Коршун ; под редакцией В. Ф. Полетайкина. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330104>

3. Проектирование в Компас-3D: лабораторный практикум : учебное пособие / составитель С. Д. Игнатов. — Омск : СибАДИ, 2023. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/338642>

4. Гуляев, В. П. Деятельностный подход к подготовке агроинженеров : монография / В. П. Гуляев, М. С. Иванов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3547-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206183>

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

1. <http://window.edu.ru/> - открытый доступ

2. <http://ru.wikipedia.org/> - открытый доступ
3. [www.library.timacad.ru](http://www.library.timacad.ru) - открытый доступ

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программы: MS Office, программный комплекс Mathcad, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек. Компас-3D, T-FLEX PLM.

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Введение в системы инженерного анализа	MS Office, Компас-3D, T-FLEX Анализ; APM FEM, Компас Flow	Обучающие
2	Решение задач инженерного анализа с использованием T-FLEX Анализ	MS Office, Компас-3D, T-FLEX Анализ	Обучающие
3	Проведение инженерных расчётов с применением САПР APM и КОМПАС Flow	MS Office, Компас-3D, APM FEM, Компас Flow	Обучающие

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	1.Стенды с рабочими органами технологического оборудования разм. 810х910, инв. №602878. 2.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм. 900х1200, инв. № 602879. 3.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм. 1200х1200, инв. № 602880. 3.Проекционный экран с электроприводом-1 комплект. 4.Телевизор модели 49PFT4100\60-1 шт. 5.Ноутбук инв. № 210138000003695. 6.Доска маркерная с алюминиевой рамой 180х120 см, TSA-1218 инв. № 210138000003695
Учебный корпус №1, ауд.328	1.Лабораторная установка для испытания конструкций теплообменников инв. №591242; 2.Лабораторная установка по исследованию процесса перемешивания инв. №591239; 3.Лабораторная установка для определения гидравлического сопротивления инв. №591247;

	<p>4.Лабораторная установка исследования расстойки и выпечки хлеба инв. №591250;</p> <p>5.Лабораторная установка для испытания теплообмена излучением инв. № 591246;</p> <p>6.Лабораторная установка для испытания теплообмена конвекцией инв. № 591246;</p> <p>7.Лабораторная установка для определения теплопроводности инв.№591243;</p> <p>8.Лабораторная установка для определения характеристик насосов инв. № 591249;</p> <p>9.Лабораторная установка исследования фазовых переходов газов инв. №591251;</p> <p>10.Лабораторная установка по определению плотности сыпучих материалов инв. № 591237;</p> <p>11.Лабораторная установка по ректификации инв. № 591240; --12.Лабораторная установка по определению способов сушки инв. № 591241.</p> <p><u>Ноутбуки для работы с указанными лабораторными установками:</u></p> <p>1.Инв. № 210138000002176</p> <p>2.Инв. №210138000002178</p> <p>3.Инв. № 210138000002181</p> <p>4.Инв. № 210138000002182</p> <p>5.Инв. № 210138000002184,</p> <p>6.Инв.№ 210138000002185</p> <p>7.Инв. № 410134000002962.</p> <p><u>Другое оборудование:</u></p> <p>1.Монитор Lenovo инв. № 554211</p> <p>комплект оборудования для модернизации инв.№ 410134000002958</p> <p>2.Дежа инв. № 410134000002957</p> <p>3.Беспроводная плата ДС-1 инв. №410138000001002</p> <p>4.Беспроводная плата ДС-4 инв. № 600481</p> <p>5. Проектор инв. № 591891/1</p> <p>6.Экран Targa инв.№ 591688 .</p> <p>7.Проектор инв. № 591691/1</p> <p>8.Системный блок инв. №591680</p> <p>9.Монитор инв. № 597407</p> <p>10.Доска белая металлическая 180x120 инв. № 591672/1</p> <p>11.Крепление для проектора инв. № 591684</p> <p>12.Беспроводная компьютерная система измерения и визуализации инв. №410134000002959</p> <p>13.Беспроводная система измерения и визуализации инв.№410134000002961</p> <p>14. Комплект коммутации инв. № 591699/3</p> <p>15. Водонагреватель Thermex Н10-0 инв. № 631775.</p>
Учебный корпус №1, ауд.327	Мультимедийный проектор, экран, компьютеры
Учебный корпус №1, ауд.326	<p>1.Комплект учебного оборудования для совместной работы с изображением при системном проектировании инв. № 410124000603100.</p> <p>2.Комплект учебного оборудования для создания графических объектов при системном проектирова-</p>

	нии (тип 1). инв.№410124000603097. 3.Комплект учебного оборудования для создания графических объектов при системном проектировании (тип 2) инв. № 410124000603098.
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного овладения материалом дисциплины «Системы инженерного анализа технических объектов» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет - ресурсами, консультации преподавателя.

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

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Занятия, пропущенные обучающимся по уважительной причине, компенсируются в форме собеседования с преподавателем с последующим выполнением практического занятия в полном объеме с оцениванием в баллах. Занятия, пропущенные студентом без уважительной причины - не отрабатываются.

Обучающийся, пропустивший лекционные занятия, обязан предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

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

Лекции должны носить проблемный характер, а их изложение - в русле опережающего образования.

Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 15 %.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем применения новых конструктивных материалов при создании современного оборудования для перерабатывающих и пищевых предприятий АПК России, последних достижений науки и возможностей их использования для интенсификации производственных процессов повышения качества продуктов питания, созданию безлюдных технологий и охраны окружающей среды.

**Программу разработал:**

Торопцев В.В., к.т.н., доцент



---