

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 13.04.2020 10:44:10  
Уникальный программный ключ:  
09f9c0855a13fb1cc9fc841ffc8b251a28eca6f4

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(СамГУПС)**

УТВЕРЖДЕНА:

решением Учёного совета СамГУПС  
протокол № 39 от 05.03.2018 г.  
в составе основной профессиональной  
образовательной программы

АКТУАЛИЗИРОВАНА:

решением Учёного совета СамГУПС  
протокол Учёного совета СамГУПС № 50 от 27.03.2019г.

## **Теория сложных систем**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Кафедра	<b>Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте</b>
Направление подготовки	<b>27.04.03 Системный анализ и управление</b>
Направленность (профиль)	<b>Системный анализ в распределенных технических систем</b>
Квалификация	<b>магистр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Объем дисциплины	<b>2 ЗЕТ</b>

<b>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>1.1. Цели освоения дисциплины (модуля)</b>	
Цель дисциплины: обучение студентов концептуальному подходу и развитию творческого потенциала при установлении математической, естественнонаучной и технической сущности методов системного анализа и эффективного управления объектами сложных систем.	
<b>1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)</b>	
<b>ОК-3: готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	способы оценки уровня готовности к развитию и самореализации;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	способы оценки уровня готовности к развитию и самореализации и использования творческого потенциала практической деятельности;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	способы оценки потенциальной возможности личности и готовности к креативной деятельности.
<b>Уметь:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	оценить возможности к саморазвитию и самореализации;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	оценить возможности к саморазвитию и самореализации и готовности к творческой деятельности;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	оценить возможности к саморазвитию и самореализации и к креативной деятельности.
<b>Владеть:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	способами и критериями оценки готовности к саморазвитию и самореализации;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	способами и критериями оценки готовности к саморазвитию и самореализации творческого потенциала в практической деятельности;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	способами и критериями оценки готовности к саморазвитию и самореализации творческого потенциала в практической и креативной деятельности;
<b>ОПК-1: способностью определить математическую, естественнонаучную и техническую сущность задач управления техническими объектами, возникающих в профессиональной деятельности, провести их качественно-количественный анализ</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	Физическое представление системной сложности;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	Модели самоорганизации;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	математические схемы для описания сложных систем.
<b>Уметь:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	Производить математическую обработку экспериментальных выборок;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	Моделировать многофакторный эксперимент;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	Планировать эксперименты со сложными системами.
<b>Владеть:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	Методами оценки параметров сложных систем;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	Методами планирования эксперимента;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	Методами оценки сложности.
<b>ПК-2: способностью разрабатывать новые методы и адаптировать существующие методы системного анализа вариантов эффективного управления техническими объектами</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уровень 1 (базовый)</b>	Модели однофакторного эксперимента;
<b>Уровень 2 (продвинутый)</b>	Модели многофакторного эксперимента;
<b>Уровень 3 (высокий)</b>	Функциональные характеристики сложных систем.



Инд. работа																	
Контроль																	
Сам. работа			44	44												44	44
ИТОГО			72	72												72	72

**3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося**

Форма контроля	Семестр (офо)/курс(зфо)	Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося	
		Вид работы	Нормы времени, час
Экзамен		Подготовка к лекциям	0,5 часа на 1 час аудиторных занятий
		Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям	1 час на 1 час аудиторных занятий
Зачет	2	Подготовка к зачету	9 часов (офо)
Курсовой проект		Выполнение курсового проекта	72 часа
Курсовая работа		Выполнение курсовой работы	36 часов
Контрольная работа		Выполнение контрольной работы	9 часов
РГР		Выполнение РГР	18 часов
Реферат/эссе		Выполнение реферата/эссе	9 часов

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / курс	К-во ак. часов	Компетенции	Литература	Часы в интерактивной форме	
							К-во ак. часов	Форма занятия
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Математическая модель</b>							
<b>1.1</b>	Модель неопределенности. Биты и информации. Квантовые компьютерные модели определенной неопределенности сложности системы	Лек	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
<b>1.2</b>	Математические модели физических экспериментов, актов однократного наблюдения и серии наблюдений	Лаб	2	3	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 М1		
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Имитационные модели</b>							
<b>2.1</b>	Физическое представление системной сложности аксиоматических математических моделей	Лек	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
<b>2.2</b>	Стратегия моделирования сложных систем. Точные модели системных связей в сложных системах. Имитационные модели	Лек	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
<b>2.3</b>	Экспериментальные выборки и их математическая обработка	Лаб	2	3	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 М1		
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Передача информации</b>		2					
<b>3.1</b>	Модели самоорганизации. Организация механизма передачи информации.	Лек	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
<b>3.2</b>	Совместные действия. Обратная связь. Взаимность действий	Лек	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
<b>3.3</b>	Моделирование однофакторного и многофакторного эксперимента. Рандомизация эксперимента.	Лаб	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 М1		
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Сложные системы</b>							

4.1	Идентификация сложности отношения эквивалентности. Представление отношения эквивалентности действиями групп на множестве. Разбиение. Управление. Координация действий.	Лек	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
4.2	Системы поиска отказов в сложных системах. Системные испытания. Управление качеством TQM.	Лек	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
4.3	Моделирование однофакторного и многофакторного эксперимента. Рандомизация эксперимента	Лаб	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 М1		
4.5	Планирование эксперимента. Эффективность и результативность экспериментальных моделей системной сложности	Лаб	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 М1		
5	<b>Раздел 5. Надежность сложных систем</b>		2					
5.1	Индукция. Дедукция. Верификация. Надежность теоретических моделей сложных систем	Лек	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2		
5.2	Простота в управлении сложными системами, моделируемых алгебраическими системами с различными системообразующими факторами	Лек	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л2.1 Э1 Э2		
5.3	Изучение системной сложности групповыми методами – методами представления групп, их ранга и базиса.	Лаб	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2 М1		
6	<b>Раздел 6. Самостоятельная работа</b>		2					
6.1	Обзор всеобщей организационной науки А.А. Богданова и ее современные перспективы	Ср	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.2	Модели человеческого фактора в системном анализе и принятии решений по управлению сложными системами.	Ср	2	1	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л2.1 Э1 Э2		
6.3	Квантовые компьютеры в системном анализе сложности и управлении сложными системами	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2		
6.4	Теорема К.Геделя о неполноте и ее роль в системном анализе сложности некоторых областей целостности	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л2.1 Э1 Э2		
6.5	Управляемость, наблюдаемость и достижимость в сложных системах	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.6	Вербальность математических моделей сложности и построение шкал сложности	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.7	Симметрия системы и система симметрий в представлении системной сложности и простоты	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.8	Пространство состояний в системном анализе и теории управления	Ср	2	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		

6.9	Подготовка к лекциям	Ср	2	7	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.10	Подготовка к лабораторным работам	Ср	2	14	ОК-3 ОПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		
6.12	Подготовка к зачету /Ср/	Ср	2	9	ОПК-1 ОК-3 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Э1 Э2		

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплин выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

#### Матрица оценки результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели оценивания компетенций)	Оценочные средства/формы контроля		
		Отчет по лабораторным работам	Тестовые задания	Зачет
ОПК-1	знает	+	+	+
	умеет		+	+
	владеет	+	+	+
ОК-3	знает	+	+	+
	умеет	+	+	+
	владеет		+	+
ПК-2	знает		+	+
	умеет	+	+	+
	владеет	+	+	+

### 5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### Критерии формирования оценок по выполнению лабораторных работ

«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения лабораторной работы. Обучающийся полностью владеет информацией о нормативных документах, регулирующих хозяйственные процессы в организации; на основании данных о финансовой деятельности может решить все поставленные в задании задачи.

«Не зачтено» - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы, использовал при выполнении работы устаревшую нормативную базу, в качестве исходных данных выступили данные учебника, а не реальной организации.

#### Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 59% и менее от общего объема заданных тестовых вопросов. .

#### Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Не зачтено» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### Вопросы к зачету:

1. Определение системы и системного анализа
2. Определение управления терминах теории принятия решений.
3. Простота и красота как категории сложной системы.
4. Минимальное число сущностей сложной системы.
5. Чистая структура в распознавании сложности реальной среды.
6. Групповые свойства экспоненциального представления системной сложности.
7. Беспорядочная сложность. Организованная простота и организованная сложность в общей теории сложных систем.
8. «Эрлангенская программа» Ф.Клейна в представлении групповой системной сложности.

- 9.Сложности как название – определение начальных условий.
- 10.Евклидово пространство как пространство-носитель сложных системообразующих факторов.
- 11.Компактная шкала сложности.
- 12.О всеобщем понимании. Принцип намеренно неполного представления знаний.
- 13.Информационные технологии в квантовой методологии и нанотехнологии.
- 14.Представление сложности точными на базе свободной группы.
- 15.Механизмы передачи информации о системной сложности.
- 16.Аксиоматические модели системной сложности.
- 17.Вербальная сложность многообразия. Атлас многообразия сложности.
- 18.Точные модели расширяющейся сложности.
- 19.Ядром и образ гомоморфного представления сложности.
- 20.Системные связи. Иерархические связи и обратная связь.
- 21.Имитационное моделирование.
- 22.Модели организации самоорганизации.
- 23.Совместные синергетические действия.
- 24.Собирание объектов сложной системы воедино и представление простоты и сложности на языке категорий.
- 25.Идентификация и распознавание образа сложности.
- 26.Эквивалентирование сложных задач управления.
- 27.Координация задач управления сложными системами.
- 28.Сложности экспериментального представления системной сложности.
- 29.Математические модели физического эксперимента.
- 30.Контроль неисправностей и надежности работы сложных систем.
- 31.Испытание на безотказность сложных систем.
- 32.Управление качеством сложных систем.
- 33.Индукция, дедукция и верификация сложности.
34. Короткое и точное представление расширяющейся сложности

#### Тестирование

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>)

#### 5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

**Описание процедуры оценивания «Тестирование».** Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>). Количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

**Описание процедуры оценивания «Защита отчета по лабораторным работам».** Защита отчета по лабораторной работе представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя. Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2

**Описание процедуры оценивания «Зачет».** Зачет может проводиться как в форме устного или письменного ответа на вопросы билета, так и в иных формах (тестирование, коллоквиум, диспут, кейс, эссе, деловая или ролевая игра, презентация проекта или портфолио). Форма принятия зачета –устная Исходя из выбранной формы, описывается методика процедуры оценивания.

При проведении зачета в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. . Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

#### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л1.1	Вдовин, В. М.	Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Дашков и К°, 2014. - 644 с	Москва : Дашков и К, 2014.	Электронный ресурс
Л1.2	Волкова, В. Н.	Теория систем и системный анализ [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова, А. А. Денисов ; СПбПУ; рек. УМО ВО, СПбПУ. - 2-е изд., перераб. и доп.	Москва : Юрайт, 2015	5

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л2.1	Б. К. Григоровский	Введение в теорию сложных систем [Текст] : конспект лекций	М-во трансп. РФ, ФАЖТ. - Самара : СамГУПС, 2008	90

#### 6.2 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
--	---------------------	----------	-------------------	--------

<b>М 1</b>	М-во трансп. РФ, ФАЖТ, СамГУПС, Каф. МАП	Идентификация динамических объектов с помехами во входных и выходных сигналах: метод. указ. к вып. лаб. работ для студ. очн. формы обуч.	Самара: СамГУПС, 2009	91
------------	--	--	--------------------------	----

### 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

	Наименование ресурса	Эл.адрес
Э1	Дистанционные образовательные ресурсы СамГУПС	<a href="http://do.samgups.ru/moodle/">http://do.samgups.ru/moodle/</a>
Э2	Научная Электронная Библиотека	<a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимо: систематически посещать лекционные занятия; активно участвовать в обсуждении предложенных вопросов и выполнять лабораторные работы; успешно пройти все формы текущего контроля; успешно пройти промежуточную аттестацию.

Для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо использовать: материалы лекций, рекомендуемую основную и дополнительную литературу; ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"; методические материалы; информационно-образовательную среду университета.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться как индивидуально, так и под руководством обучающего.

Данная работа предполагает самостоятельное изучение обучающимся отдельных тем (см. п.4), дополнительную подготовку к каждому лекционному и практическому занятию.

Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется вне рамок расписания, а также в библиотеке, дома.

Цель самостоятельной работы - научить обучающегося осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы повысить уровень освоения компетенций, а также привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Размещение учебных материалов в разделе «Теория сложных систем» системы обучения Moodle: <http://do.samgups.ru/moodle/>

### 8.1 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

**8.1.1** Программное обеспечение для проведения лабораторных работ: среда программирования MATHCAD, MATLAB

## 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитории для проведения лекционных занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе с ЭВМ. На каждом компьютере установлена лицензионная версия программ MATHCAD, MATLAB.