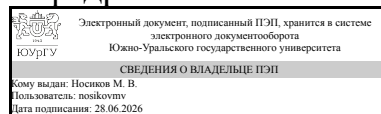


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



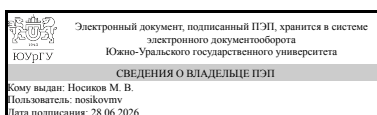
М. В. Носиков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.02 Математические основы теории систем  
для направления 27.03.04 Управление в технических системах  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Управление и информатика в технических системах  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Автоматика

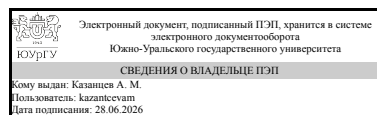
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



М. В. Носиков

Разработчик программы,  
старший преподаватель



А. М. Казанцев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Математические основы теории систем» обучить студентов методам решения задач математики, необходимы для проектирования систем управления различных классов. Задачи образовательного модуля: – формирование у будущих специалистов единого системного подхода к вопросам проектирования разрабатываемых изделий с учётом взаимоувязки всех элементов проектируемого изделия; – формирование теоретических и практических компетенций, позволяющих оперативно, эффективно и качественно осуществлять проектирование изделий на всех этапах. – формирование у будущих специалистов единого системного подхода к вопросам проектирования разрабатываемых ракетных комплексов с обеспечением взаимодействия всех элементов и систем; – формирование теоретических и практических компетенций, позволяющих участвовать в организации кооперации предприятий-разработчиков составных частей комплекса, проведении автономных и стыковочных испытаний, сервисного и технического обслуживания комплекса, что предполагает координацию действий предприятий-разработчиков отдельных систем и узлов в интересах создания одной глобальной системы – ракетного комплекса.

## Краткое содержание дисциплины

- линейные пространства и линейные операторы; - математические модели непрерывных линейных динамических систем; - математические модели дискретных линейных динамических систем; - квадратичные формы; - матричные уравнения; - дискретное представление сигналов. - оптимальная фильтрация, фильтры Калмана. - современные методы синтеза систем управления.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-6 Способен принимать участие в модернизации существующих и внедрении новых способов и методов построения систем управления                                                                  | Знает: современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике; методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, обработку их результатов и оценку их качества<br>Умеет: формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач, обрабатывать полученные результаты с использованием алгоритмов, адекватных сформированным планам<br>Имеет практический опыт: применения физико-математических методов при исследовании математических моделей, моделирования процессов управления объектами |
| ПК-11 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления | Знает: основные программные средства реализации оптимизационных процессов, тенденции использования математических методов в управлении<br>Умеет: применять современные математические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |                                                                                                                                                                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | пакеты программ для математического описания, моделирования и анализа сигналов и систем<br>Имеет практический опыт: применения математических методов для решения различных задач управления |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Проектирование АСУ ТП,<br>Системы искусственного интеллекта,<br>Промышленные сети и системы связи,<br>Локальные вычислительные сети,<br>Производственная практика (преддипломная) (8 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 53,75       | 53,75                              |
| Обзор интернет-ресурсов и составление аннотирования ресурсов               | 7           | 7                                  |
| Подготовка к экзамену по теоретическому материалу                          | 7           | 7                                  |
| Подготовка к практическим занятиям.                                        | 7           | 7                                  |
| Работа с учебной литературой.                                              | 7           | 7                                  |
| Изучение пакета MATLAB.                                                    | 18,75       | 18.75                              |
| Работа в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"                  | 7           | 7                                  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Линейные пространства             | 23                                        | 6 | 17 | 0  |
| 2         | Модели объектов управления        | 17                                        | 6 | 11 | 0  |
| 3         | Дискретное представление сигналов | 8                                         | 4 | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                       | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Пространства                                                                                                                  | 2            |
| 2        | 1         | Матричные инварианты и не инварианты. Сингулярное разложение матриц.                                                          | 1            |
| 3        | 1         | Канонические формы матриц. Матрицы приведения подобия.                                                                        | 1            |
| 4        | 1         | Линейные и квадратичные формы. Дифференцирование функций от векторов и матриц по скалярным, векторным и матричным переменным. | 1            |
| 5        | 1         | Функции от матриц. Матричная экспонента и ее свойства.                                                                        | 1            |
| 6        | 2         | Модели «вход–состояние–выход» объектов управления.                                                                            | 2            |
| 7        | 2         | Математические модели «вход–выход» объектов управления.                                                                       | 2            |
| 8        | 2         | Линейные матричные уравнения.                                                                                                 | 2            |
| 9        | 3         | Дискретное представление сигналов. Базисные функции. Теорема В. Котельникова–К. Шеннона.                                      | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                      | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Понятие группы, кольца, идеала, поля. Аналитические функции. Комплексные ряды. Конформные отображения. Теория вычетов. Операционное исчисление.                                                                          | 4            |
| 2         | 1         | Метрические и линейные пространства. Скалярное произведение. Преобразование подобия. Собственные числа и собственные вектора. Понятие инвариантов преобразования подобия. Сингулярное разложение. Число обусловленности. | 4            |
| 3         | 1         | Приведение матриц к каноническим формам. Каноническая форма управляемости и наблюдаемости.                                                                                                                               | 3            |
| 4         | 1         | Линейные и квадратичные формы. Дифференцирование функций от векторов и матриц по скалярным, векторным и матричным переменным.                                                                                            | 3            |
| 5         | 1         | Обобщение понятия функции на случай матричного аргумента. Матричная экспонента и способы ее вычисления.                                                                                                                  | 3            |
| 6         | 2         | Современный способ представления линейных динамических систем в матричном виде. Общий вид решения системы линейных дифференциальных уравнений в форме Коши.                                                              | 4            |
| 7         | 2         | Классический способ описания линейных динамических систем. Операторный способ решения линейных дифференциальных.                                                                                                         | 4            |
| 8         | 2         | Общий способ решения линейных матричных уравнений. Решение матричного уравнения Риккати.                                                                                                                                 | 3            |
| 9         | 3         | Дискретные динамические системы. Z-преобразование. Восстановлении непрерывного сигнала по дискретным отсчетам.                                                                                                           | 4            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |              |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Семестр | Кол-во часов |
| Обзор интернет-ресурсов и составление аннотирования ресурсов | Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4       | 7            |
| Подготовка к экзамену по теоретическому материалу            | Кориков, А. М. Теория систем и системный анализ [Текст] : учебное пособие / А. М. Кориков, С. Н. Павлов. - М. : Инфра-м, 2017<br>Волкова, В. Н. Теория систем : учебное пособие / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М. : Высшая школа, 2006. - 511 с.<br>Войнов, И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие / И. В. Войнов, С. С. Голощапов, Г. Е. Стародубцев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 39 с. - Режим доступа : <a href="http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000437127">lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000437127</a><br>Войнов, И. В. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / Войнов И. В. , Голощапов С. С. , Стародубцев Г. Е. - Челябинск : Юургу, 2009. - 96 с. + электрон. текстовые дан. Коршунов, Ю. М. Математические основы кибернетики : учебное пособие для вузов / Ю. М. Коршунов. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 496 с. : ИЛ. Математические основы теории автоматического управления : учебное пособие : В 3-х томах. Том 1 / В.А.Иванов, В.С.Медведев, Б.К.Чемоданов, А.С.Ющенко ; под ред. Б.К.Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана , 2006. - 552 с.: ил. | 4       | 7            |
| Подготовка к практическим занятиям.                          | Методическое пособие. А.В. Ушаков, В.В. Хабалов, Н.А. Дударенко. Математические основы теории систем: элементы теории и практикум. ИТМО Санкт-Петербург 2010.<br>Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4       | 7            |
| Работа с учебной литературой.                                | Коршунов, Ю. М. Математические основы кибернетики : учебное пособие для вузов / Ю. М. Коршунов. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 496 с. : ИЛ. Математические основы теории автоматического управления : учебное пособие : В 3-х томах. Том 1 / В.А.Иванов, В.С.Медведев, Б.К.Чемоданов, А.С.Ющенко ; под ред. Б.К.Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана , 2006. - 552 с.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4       | 7            |

|                                                           |              |   |       |
|-----------------------------------------------------------|--------------|---|-------|
|                                                           | ил.          |   |       |
| Изучение пакета MATLAB.                                   | exponenta.ru | 4 | 18,75 |
| Работа в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ" | edu.susu.ru  | 4 | 7     |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия                                                                                                   | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 4        | Текущий контроль | Выполнение письменной контрольной работы (текущий контроль)                                                                         | 1   | 10         | С каждым студентом проводится собеседование по заранее выполненной письменной контрольной работе. Контрольная работа выполняется по вариантам, содержит 5 практических задач. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов | зачет            |
| 2    | 4        | Бонус            | Решение задач оптимального управления с использованием математической системы MATLAB и пакета имитационного моделирования SIMULINK. | -   | 2          | Выполнить одно из предложенных заданий.<br>Разработать, отладить и проанализировать модель в Matlab-Simulink.<br>Полностью работоспособная модель, корректный анализ - 2 бала.<br>Работающая модель - 1 бал.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет            |
| 3    | 4        | Текущий контроль | Контроль посещения занятий студентами                                                                                               | 1   | 8          | При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Контроль служит для учета посещаемости студентами лекций и                                                                                                                                                                                                                                                                           | зачет            |

|   |   |                          |                                            |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
|---|---|--------------------------|--------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                            |   |   | практических занятий по дисциплине. Для этого выставляет баллы, используя шкалу соответствия баллов процентам посещаемости: 8 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 7 за 80–89%, 6 за 70–79%, 5 за 60–69%, 4 за 50–59%, 3 за 40–49%, 2 за 30–39%, 1 за 20–29%, 0 за 0–19%. |       |
| 4 | 4 | Промежуточная аттестация | Собеседование по темам семинарских занятий | - | 2 | Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.<br>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %                                                                                                                                                                   | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                 | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Зачет проводится в соответствии с расписанием. На зачет отводится 20 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                          | № КМ |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                              | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-6        | Знает: современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике; методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, обработку их результатов и оценку их качества | +    | + | + | + |
| ПК-6        | Умеет: формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач, обрабатывать полученные результаты с использованием алгоритмов, адекватных сформированным планам       | +    | + | + | + |
| ПК-6        | Имеет практический опыт: применения физико-математических методов при исследовании математических моделей, моделирования процессов управления объектами                                                      | +    | + | + | + |
| ПК-11       | Знает: основные программные средства реализации оптимизационных процессов, тенденции использования математических методов в управлении                                                                       | +    | + | + | + |
| ПК-11       | Умеет: применять современные математические пакеты программ для математического описания, моделирования и анализа сигналов и систем                                                                          | +    | + | + | + |
| ПК-11       | Имеет практический опыт: применения математических методов для решения различных задач управления                                                                                                            | +    | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Корилов, А. М. Теория систем и системный анализ [Текст] : учебное пособие / А. М. Корилов, С. Н. Павлов. - М. : Инфра-м, 2017
2. Волкова, В. Н. Теория систем : учебное пособие / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М. : Высшая школа, 2006. - 511 с.
3. Войнов, И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие / И. В. Войнов, С. С. Голощапов, Г. Е. Стародубцев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 39 с. - Режим доступа : [lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000437127](http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000437127)
4. Войнов, И. В. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / Войнов И. В. , Голощапов С. С. , Стародубцев Г. Е. - Челябинск : Юургу, 2009. - 96 с. + электрон. текстовые дан.

*б) дополнительная литература:*

1. Математические основы теории автоматического управления : учебное пособие : В 3-х томах. Том 1 / В.А.Иванов, В.С.Медведев, Б.К.Чемоданов, А.С.Ющенко ; под ред. Б.К.Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана , 2006. - 552 с.: ил.
2. Коршунов, Ю. М. Математические основы кибернетики : учебное пособие для вузов / Ю. М. Коршунов. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 496 с. : ИЛ.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методическое пособие. А.В. Ушаков, В.В. Хабалов, Н.А. Дударенко. Математические основы теории систем: элементы теории и практикум. ИТМО Санкт-Петербург 2010.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методическое пособие. А.В. Ушаков, В.В. Хабалов, Н.А. Дударенко. Математические основы теории систем: элементы теории и практикум. ИТМО Санкт-Петербург 2010.

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | eLIBRARY.RU                              | [Доступ к полному тексту открыт] ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Мануйлов Ю.С., Новиков Е.А. учебное пособие / под общей редакцией Ю.С. Мануйлова. Санкт-Петербург, 2011. <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

### 3. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

#### 1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лабораторные занятия            |        | Лабораторный комплекс "Инерциальные навигационные системы (в кардановом подвесе)"                                                                |
| Практические занятия и семинары |        | Компьютерный класс                                                                                                                               |
| Практические занятия и семинары |        | Компьютерный класс.                                                                                                                              |
| Лекции                          |        | Интерактивная доска                                                                                                                              |