

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*А.А. Евсиков*

/Евсиков А.А./

подпись

Фамилия И.О.

« 08 » 03 2019 г.

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы теории управления

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

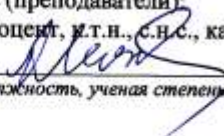
«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):  
Леонов А.П., доцент, к.т.н., с.н.с., кафедра автоматизации технологических процессов и  
производств   
\_\_\_\_\_  
*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра, подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направле-  
нию подготовки (специальности) высшего образования  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
\_\_\_\_\_  
*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов  
и производств  
Протокол заседания № 5 от «06»  2019 г.  
Заведующий кафедрой  /Маков П.В./  
*(Фамилия И.О., подпись)*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  /Нурматова Е.В./  
*(Фамилия И.О., подпись)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности .....	4
3 Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	5
5 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	5
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	7
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения .....	8
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине .....	9
Задания на контрольные работы ПР-2.1 — ПР-2.2, вопросы к экзамену, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции. ....	11
10 Ресурсное обеспечение .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Описание материально-технической базы.....	18
11 Язык преподавания.....	20

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы теории управления» является подготовка будущего бакалавра к участию в исследованиях, разработке и эксплуатации автоматизированных технических систем.

Задачи освоения дисциплины «Основы теории управления»:

#### Изучить:

- принципы работы и построения замкнутых САУ;
- типовые звенья САУ, их частотные и временные характеристики;
- критерии устойчивости линейных, нелинейных и дискретных САУ, показатели их качества, характеризующие точность и быстродействие;
- методы математического моделирования САУ;
- структуру цифровых систем управления.

#### Овладеть:

- навыками построения структурных схем САУ;
- навыками построения частотных и временных характеристик отдельных звеньев и САУ в целом;
- методами расчета устойчивости и точности САУ, величины требуемого коэффициента усиления, определения параметров переходного процесса.

### 2 Объекты профессиональной деятельности

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, являются:

- автоматизированные системы обработки информации и управления;
- системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки жизненного цикла промышленных изделий;
- программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы);
- математическое, информационное, техническое, лингвистическое, программное, эргономическое, организационное и правовое обеспечение перечисленных систем.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.4 «Основы теории управления» входит в состав дисциплин по выбору вариативной части блока дисциплин ОПОП ВО по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» профилю подготовки «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания по предметам «Информатика», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Интерфейсы информационных систем».

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к изучению дисциплин «Моделирование систем», «Человеко-машинное взаимодействие», «Системы реального времени», «Системы промышленной автоматизации», а также при подготовке и защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности в качестве специалиста в области информационных технологий.

#### 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<p><i>ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</i></p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач</li> </ul>

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Программист» №4 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 декабря 2013 г. № 679н);
- «Руководитель разработки программного обеспечения» №190 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 сентября 2014 г. № 645н)

#### 5 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых:

**51 час** составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

17 часов – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

**30 часов** составляет самостоятельная работа обучающегося:

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен).

#### 6 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:										
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>1</sup>								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
Базовые положения теории автоматического управления.	4	4		-					4			
Линейные непрерывные модели, их частотные и временные характеристики, показатели качества управления, передаточные функции.	25	-		10					10	15		15
Критерии устойчивости линейных САУ.	6	2		4					6			
Точность линейных САУ в установившемся и вынужденном режиме.	4	-		4					4			
Схема обобщенного регулятора. Алгоритмы управления. Корректирующие звенья линейных САУ	6	2		4					6			
Основные положения теории автоматического управления нелинейных САУ.	6	2		4					6			
Классификация дискретных САУ. Математический аппарат теории импульсных систем, z - преобразования. Передаточные функции импульсных систем.	21	2		4					6	15		15
Цифровые САУ. Особенности динамики цифровых систем, их математическое описание.	9	5		4					9			
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	27 <sup>2</sup>	X	X									
<b>Итого</b>	<b>108</b>	17		34					<b>51</b>	30		<b>30</b>

\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

<sup>2</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Тематика практических занятий (ПЗ) (Таблица 1)**

Таблица 1

<b>Обозначение</b>	<b>К-во часов</b>	<b>Наименование практических занятий</b>
ПЗ <sub>1</sub>	2	Частотные и временные характеристики САУ
ПЗ <sub>2</sub>	2	Показатели качества переходного процесса (качества управления). Необходимое и достаточное условие устойчивости линейного звена. Типы динамических звеньев
ПЗ <sub>3</sub>	2	Типовые динамические звенья. Их характеристики
ПЗ <sub>4</sub>	2	Типовые динамические звенья. Их характеристики
ПЗ <sub>5</sub>	2	Определение передаточных функций САУ по управляющему воздействию, ошибке и контролируемому возмущению
ПЗ <sub>6</sub>	2	Анализ устойчивости САУ по критериям Гурвица и Найквиста
ПЗ <sub>7</sub>	2	Анализ устойчивости САУ по критерию Найквиста. Определение запасов устойчивости по амплитуде и фазе
ПЗ <sub>8</sub>	2	Определение точности САУ в установившемся режиме
ПЗ <sub>9</sub>	2	Определение точности САУ в вынужденном режиме
ПЗ <sub>10</sub>	2	Назначение корректирующих звеньев и их типы
ПЗ <sub>11</sub>	2	Пакеты моделирования САУ. Определение параметров корректирующих звеньев при моделировании САУ
ПЗ <sub>12</sub>	2	Моделирование нелинейных САУ
ПЗ <sub>13</sub>	2	Исследование абсолютной устойчивости нелинейных САУ методом В.М. Попова
ПЗ <sub>14</sub>	2	Классификация дискретных САУ. Импульсные системы с амплитудно-импульсной, широтно-импульсной, фазово-импульсной и частотно-импульсной модуляциями. Теорема Котельникова для импульсных САУ
ПЗ <sub>15</sub>	2	Определение разностных уравнений, передаточных функций разомкнутых и замкнутых импульсных систем
ПЗ <sub>16</sub>	2	Функциональные схемы цифровых САУ. Процессоры цифровых САУ
ПЗ <sub>17</sub>	2	Интерфейсы ввода-вывода, оптимальное и адаптивное управление
<b>Итого</b>	<b>34 ч.</b>	

**Методическое обеспечение практических занятий по дисциплине «Основы теории управления»** – «Конспект лекций по дисциплине «Теория автоматического управления», «Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Теория автоматического управления», размещенные на сервере и доступные по сети по адресу: atlas/material/кафедра АТПиП/

**Тематика самостоятельных работ**

1. Контрольная работа (ПР-2.1) «Построение частотных характеристик САУ» (*индивидуальное задание для каждого студента*).

Трудоемкость – 15 часов. Раздел дисциплины – «Линейные непрерывные модели, их частотные и временные характеристики, показатели качества управления, передаточные функции».

2. Контрольная работа (ПР-2.2) «Определение разностных уравнений, передаточных функций замкнутых импульсных САУ» (*индивидуальное задание для каждого студента*).

Трудоемкость – 15 часов. Раздел дисциплины – «Классификация дискретных САУ. Математический аппарат теории импульсных систем, z - преобразования. Передаточные функции импульсных систем».

**Методическое обеспечение самостоятельных работ по дисциплине «Основы теории управления»** – «Конспект лекций по дисциплине «Теория автоматического управления», «Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Теория автоматического управления», размещенные на сервере и доступные по сети по адресу: atlas/material/кафедра АТПиП/

### 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к сдаче экзамена;
- сдача экзамена.

#### Инновационные формы проведения учебных занятий

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Основы теории управления» предусмотрены 34 часа инновационных форм проведения аудиторных занятий (таблица 2)

Таблица 2

Семестр	Вид занятия	Используемые образовательные технологии	Кол-во часов
VI	Практические занятия	<p><u>Практические тренинги:</u>            «Как определить практическую приемлемость САУ по переходной характеристике?»,            «Как минимизировать зависимость напряжения на выходе генератора от нагрузки?»,            «Как выполнить настройку промышленного ПИД-регулятора?»            «Определение периода формирования управляющего кода в системах реального времени».            «Интерфейсы цифровых САУ».</p> <p><u>Разбор конкретных ситуаций:</u>            «Откуда появляется неустойчивость САУ и почему при анализе устойчивости используется точка с координатами <math>(-1; j0)</math>».            «Зачем нужны частотные характеристики, в том числе, ЛАЧХ и ЛФЧХ?»            «Сравнительный анализ критериев устойчивости Гурвица,</p>	34



		Михайлова и Найквиста». «Что такое управление с упреждением и его отличие от управления по отклонению?» «В чем заключается практическое применение теоремы Котельникова для цифровых САУ?»	
--	--	--	--

### 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки.

**В 6 семестре максимальное количество баллов, которые студент может набрать – 100, в том числе:**

В 6 семестре (сдача экзамена) максимальное количество баллов, которые студент может набрать – 100, в том числе:

- 1) **В течение семестра студент может набрать не более 70 баллов:**
  - до 26 баллов за посещение занятий, по 1 баллу за посещение лекции или практического занятия (Лекции — 9, ПЗ —17);
  - до 17 баллов за активную работу на практических занятиях, по 1 баллу за практическое занятие (ПЗ<sub>1</sub> — ПЗ<sub>17</sub>);
  - до 15 баллов за выполнение ПР-2.1 в соответствии с графиком, приведенным в Таблице 3;
  - до 12 баллов за выполнение ПР-2.2 в соответствии с графиком, приведенным в Таблице 3.
- 2) **До 30 баллов студент может набрать на экзамене.**

Таблица 3

График выполнения и защит самостоятельных работ студентами в 6 семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1					ВПр-2.1			ЗПр-2.1									
ПР-2.2													ВПр-2.2				ЗПр-2.2

(указываются: ВПр на неделю выдачи задания на контрольную работу, ЗПр на неделю защиты контрольной работы)

По результатам работы в семестре (Таблица 4) студент может получить автоматическую оценку «удовлетворительно» и может экзамен не сдавать. При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (51 балл) в течение семестра, то он не допускается к экзамену.

Студент по результатам работы в семестре «зарабатывает» часть оценки, которую может повысить на экзамене.

Таблица 4

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену

в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

\*Чтобы получить допуск к экзамену, необходимо сдать контрольные работы и по усмотрению преподавателя выполнить часть заданий, которые рассматривались на пропущенных студентом занятиях.

### Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины «Основы теории управления»

(Полная карта компетенций приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»).

Компетенция ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

### Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать (ПК-3): – основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем –	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает основные понятия по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает основные понятия общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает основные понятия по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных понятий по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Не допускает ошибок.	Устный опрос
Уметь (ПК-3): – использовать полученные теоретиче-	I - пороговый	Отсутствие уме-	Демонстрирует частичное умение использовать	Демонстрирует удовлетворительное	Демонстрирует достаточно устойчивое умение	Демонстрирует устойчивое умение использовать	Выполнение практического

ские знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ		ний	полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает множественные грубые ошибки.	умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает достаточно серьезные ошибки.	использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает отдельные негрубые ошибки.	полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Не допускает ошибок.	задания
<i>Владеть (ПК-3):</i> – навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Не допускает ошибок.	<i>Выполнение практического задания</i>

**Задания на контрольные работы ПР-2.1 — ПР-2.2, вопросы к экзамену, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

#### **Задание к ПР-2.1**

**по дисциплине «Основы теории управления»**

*(студенту выдается 3 задачи соответствующего варианта)*

**Задача №1.** В соответствии с правилами построения амплитудно-фазовых характеристик для заданного варианта (Таблица 1) построить годограф для системы с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{(1+pT_1)(1+pT_2)}$ . Использовать не менее 5-и промежуточных точек, соответствующих частотам  $\omega = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \infty$ , заданным в таблице 1. По годогра-

фу графически (с помощью линейки) определить модули комплексного коэффициента усиления  $|W(j\omega)| = A(\omega)$  при  $\varphi(\omega) = -45^\circ$  и  $\varphi(\omega) = -135^\circ$ .

Таблица 1

Варианты заданий						
№ варианта	$K$	$T_1$ (с.)	$T_2$ (с.)	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$
1	20	0.32	0.08	1	3.1	12.5
2	80	0.16	0.1	1	6.2	10
3	30	0.4	0.05	1	2.5	20
4	90	0.16	0.04	1	6.2	25
5	40	0.2	0.02	1	5.0	50

**Задача №2.** В соответствии с правилами построения амплитудно-фазовых характеристик для заданного варианта (Таблица 2) построить годограф для системы с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{1 + 2\xi pT + p^2T^2}$ . Использовать не менее 6-и промежуточных точек, соответствующих частотам  $\omega = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \infty$ , заданным в таблице 2. По годографу графически (с помощью линейки) определить модули комплексного коэффициента усиления  $|W(j\omega)| = A(\omega)$  при  $\varphi(\omega) = -45^\circ$  и  $\varphi(\omega) = -135^\circ$ .

Таблица 2

Варианты заданий							
№ варианта	$K$	$T$ (с.)	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$
1	12	0.1	0.5	5	8	10	13
2	80	0.1	0.1	4	6	10	12
3	30	0.05	0.4	5	10	20	30
4	90	0.04	0.16	6	12	25	40
5	40	0.02	0.2	10	30	50	80

**Задача №3.** В соответствии с правилами построения амплитудно-фазовых характеристик для заданного варианта (Таблица 3) построить годограф для системы с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{p(1 + pT)}$ . Использовать не менее 5-и промежуточных точек, соответствующих частотам  $\omega = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \infty$ , заданным в таблице 3. По годографу графически (с помощью линейки) определить модуль комплексного коэффициента усиления  $|W(j\omega)| = A(\omega)$  при  $\varphi(\omega) = -135^\circ$ .

Таблица 3

Варианты заданий					
№ варианта	$K$	$T$ (с.)	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$
1	35	0.1	4	10	15
2	50	0.2	3	5	8
3	100	0.05	10	20	40
4	10	0.04	12	25	50
5	40	0.02	20	50	80

**Задача №4.** Для заданного варианта построить асимптотическую ЛАЧХ для САУ с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{p(1 + pT_1)(1 + pT_2)}$ . Рекомендуемые масштабы: по оси  $\omega \rightarrow 2,5 \text{ см/декада}$ ; по оси  $L(\omega) \rightarrow 20 \text{ дБ/см}$ . По ЛАЧХ определить частоту среза  $\omega_{CP}$  для данной САУ.

Для построения ЛФЧХ найти значения  $\varphi(\omega)$  при  $\omega = \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$  (Таблица 4), округлив их с точностью до градуса. По полученным точкам построить ЛФЧХ в диапазоне от  $\approx 0^\circ$  до  $-270^\circ$ .

По критерию Найквиста определить устойчивость САУ и запасы устойчивости по фазе и амплитуде.

Таблица 4

Варианты заданий							
№ варианта	$K$	$T_1$ (с.)	$T_2$ (с.)	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$
1	500	0.2	0.02	1	5.0	50.0	500.0
2	100	0.16	0.1	1	6.2	10.0	80.0
3	1000	0.4	0.05	1	2.5	20.0	200.0
4	90	0.16	0.04	1	6.2	25.0	250.0
5	40	0.2	0.02	1	5.0	50.0	200.0

**Задача №5.** Для заданного варианта построить асимптотическую ЛАЧХ для САУ с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{(1+pT_1)(1+pT_2)(1+pT_3)}$ . Рекомендуемые масштабы: по оси  $\omega \rightarrow 2,5^{см}/декада$ ; по оси  $L(\omega) \rightarrow 20^{дб}/см$ . По ЛАЧХ определить частоту среза  $\omega_{ср}$  для данной САУ.

Для построения ЛФЧХ найти значения  $\varphi(\omega)$  при  $\omega = \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$  (Таблица 5), округлив их с точностью до градуса. По полученным точкам построить ЛФЧХ в диапазоне от  $\approx 0^\circ$  до  $-270^\circ$ .

По критерию Найквиста определить устойчивость САУ и запасы устойчивости по фазе и амплитуде.

Таблица 5

Варианты заданий								
№ варианта	$K$	$T_1$ (с.)	$T_2$ (с.)	$T_3$ (с.)	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$
1	500	0.4	0.2	0.02	2.5	5.0	50.0	500.0
2	100	0.5	0.16	0.1	2.0	6.2	10.0	80.0
3	1000	1.0	0.4	0.05	1.0	2.5	20.0	200.0
4	90	0.5	0.16	0.04	2.0	6.2	25.0	250.0
5	40	0.2	0.1	0.02	5.0	10.0	50.0	200.0

**Задача №6.** Для заданного варианта построить асимптотическую ЛАЧХ для САУ с передаточной функцией  $W(p) = \frac{K}{(1+pT_1)(1+2\xi pT_2+p^2T_2^2)}$ . Рекомендуемые масштабы: по оси  $\omega \rightarrow 2,5^{см}/декада$ ; по оси  $L(\omega) \rightarrow 20^{дб}/см$ . По ЛАЧХ определить частоту среза  $\omega_{ср}$  для данной САУ.

Для построения ЛФЧХ найти значения  $\varphi(\omega)$  при  $\omega = \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$  (Таблица 6), округлив их с точностью до градуса. По полученным точкам построить ЛФЧХ в диапазоне от  $\approx 0^\circ$  до  $-270^\circ$ .

По критерию Найквиста определить устойчивость САУ и запасы устойчивости по фазе и амплитуде.

Таблица 6

Варианты заданий								
№ варианта	$K$	$T_1$ (с.)	$T_2$ (с.)	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$
1	400	0.4	0.1	0.2	2.5	10.0	40.0	400.0
2	100	0.2	0.05	0.1	5.0	20.0	60.0	200.0
3	800	1.0	0.04	0.5	1	25	50	200

4	80	2.0	0.2	0.4	0.5	5.0	25	250
5	60	0.1	0.5	0.1	2.0	10.0	50	200

**Задача №7.** Определить передаточную функцию  $W(p)$  САУ по ЛАЧХ, приведенной на рис. 1 при заданных в Таблице 7 значениях  $\omega_{c1}, \omega_{c2}, \omega_{c3}$ .

Таблица 7

№ варианта	$\omega_{c1}$	$\omega_{c2}$	$\omega_{c3}$
1	1	5.0	50.0
2	1	6.2	10
3	1	2.5	20
4	1	6.2	25
5	1	5.0	50

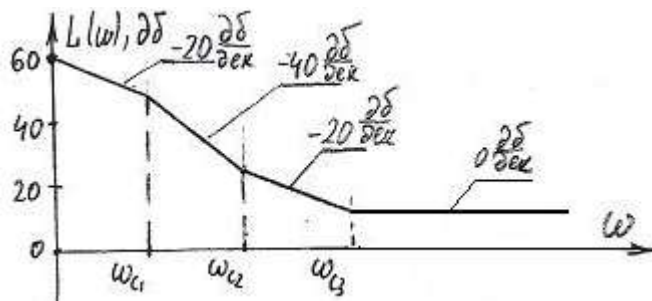


Рис. 1

**Задача №8.** Определить передаточную функцию  $W(p)$  САУ по ЛАЧХ, приведенной на рис. 2 при заданных в Таблице 8 значениях  $\omega_{c1}, \omega_{c2}, \omega_{c3}$ .

Таблица 8

№ варианта	$\omega_{c1}$	$\omega_{c2}$	$\omega_{c3}$
1	1.25	5.0	50.0
2	2.0	6.2	10
3	2.5	12.5	125.0
4	1	6.2	25
5	5.0	25.0	150.0

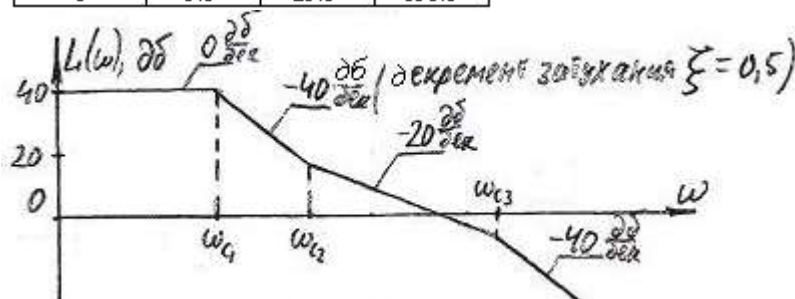


Рис. 2

**Задача №9.** Определить передаточную функцию  $W(p)$  САУ по ЛАЧХ, приведенной на рис. 3 при заданных в Таблице 9 значениях  $\omega_{c1}, \omega_{c2}, \omega_{c3}$ .

Таблица 9

№ варианта	$\omega_{c1}$	$\omega_{c2}$	$\omega_{c3}$
1	1.25	5.0	50.0
2	2.0	6.2	10
3	2.5	12.5	125.0
4	1	6.2	25
5	5.0	25.0	150.0

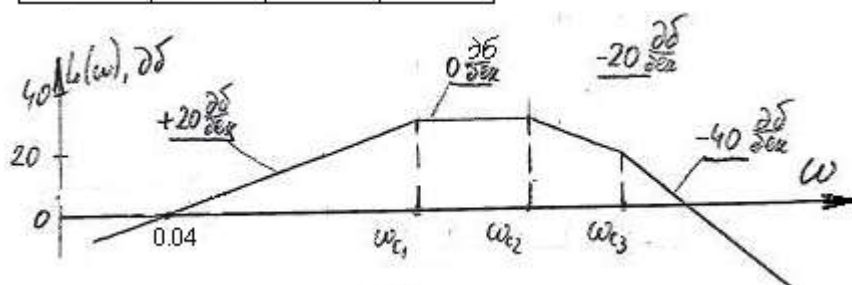


Рис. 3

**Задание к ПР-2.2**

по дисциплине «Основы теории управления»

**Задача №1.** Определить передаточные функции  $W(z) = Y(z)/X(z)$  для дискретных САУ, описываемых разностными уравнениями, представленными в Таблице 1. В числителе и знаменателе  $W(z)$  значения  $z$  расположить по убыванию степени.

Таблица 1

№п/п	Заданное разностное уравнение
1	$y[n] - 0.45y[n-1] - 3y[n-2] = 1.5x[n-1] + 4x[n-2]$
2	$y[n] - 0.2y[n-1] - 2y[n-2] = 15x[n-3]$
3	$y[n] = 0.1x[n] + 1.1x[n-1] - 0.2x[n-2]$
4	$y[n] - 0.33y[n-1] + 2y[n-2] = x[n] + x[n-1]$
5	$y[n] - 0.8y[n-1] - 3.2y[n-2] = x[n-1] + 2.5x[n-2]$
6	$0.005y[n] + 0.15y[n-1] + y[n-2] = 6x[n-2]$
7	$y[n] - 1.4y[n-1] + 0.24y[n-2] = 0.5x[n-1] + 0.25x[n-2]$
8	$y[n] - 3y[n-1] + 2y[n-2] = x[n-2]$
9	$y[n] = 0.5x[n-1] - 1.2x[n-2] + 0.9x[n-3]$
10	$y[n] + 0.19y[n-1] - 0.2y[n-2] = 2x[n-2] + x[n-3]$
11	$y[n] - 0.27y[n-1] + 0.135y[n-2] = 0.865x[n-1]$
12	$y[n] + 6y[n-1] + 5y[n-2] = 5x[n-3]$
13	$y[n] + 3y[n-1] + 2y[n-2] = x[n-1] + 3x[n-2]$
14	$y[n] - 0.5y[n-1] - 6y[n-2] = 4x[n-2]$
15	$2y[n] - 0.8y[n-1] + 1.5y[n-2] = 0.8x[n-1] + 4x[n-2]$
16	$y[n] - 1.1y[n-1] + 0.4y[n-2] = 0.4x[n-1] + 0.25x[n-2]$

**Задача №2.** Импульсной системе регулирования с единичной обратной связью соответствует передаточная функция разомкнутой системы  $W_{раз}(z)$  (Таблица 2). Определить передаточную функцию замкнутой системы  $\Phi(z)$  и передаточную функцию относительно ошибки  $\Phi_\varepsilon(z)$ . Выражения в числителе и знаменателе расположить по убыванию степени  $z$ .

Таблица 2

№п/п	Заданная $W_{раз}(z)$
1	$W_{раз}(z) = \frac{0.11z}{(z-1)(z-0.78)}$
2	$W_{раз}(z) = \frac{5.4}{(z-0.12)(z-0.6)(z-1)}$
3	$W_{раз}(z) = \frac{z}{(z-1)(z-0.5)(z-0.1)}$
4	$W_{раз}(z) = \frac{7.2}{(z-1)(z-0.5)(z-0.03)}$
5	$W_{раз}(z) = \frac{25}{(z-1)(z-0.45)}$
6	$W_{раз}(z) = \frac{0.9z}{(z-1)(z-0.15)}$

7	$W_{раз}(z) = \frac{6.2}{(z-1)(z-0.7)(z-0.01)}$
8	$W_{раз}(z) = \frac{3z}{(z-1)(z-0.3)(z-0.05)}$
9	$W_{раз}(z) = \frac{9.6}{(z-1)(z-0.8)(z-0.2)}$
10	$W_{раз}(z) = \frac{16}{(z-0.9)(z-0.15)}$
11	$W_{раз}(z) = \frac{3.7z}{(z-0.9)(z-0.2)}$
12	$W_{раз}(z) = \frac{4.4}{(z-0.8)(z-0.15)(z-0.05)}$
13	$W_{раз}(z) = \frac{4.5z}{(z-1)(z-0.75)(z-0.08)}$
14	$W_{раз}(z) = \frac{12}{(z-0.9)(z-0.25)(z-0.04)}$
15	$W_{раз}(z) = \frac{7}{(z-0.8)(z-0.07)}$
16	$W_{раз}(z) = \frac{2z}{(z-1)(z-0.1)(z-0.06)}$

**Задача №3.** Импульсной системе регулирования с единичной обратной связью соответствует передаточная функция разомкнутой системы  $W_{раз}(z)$  (Таблица 3). Определите устойчивость замкнутой импульсной САУ по критерию Гурвица.

Таблица 3

Варианты заданий	
№п/п	Заданная $W_{раз}(z)$
1	$W_{раз}(z) = \frac{5.2}{(z-1)(z-0.3)(z-0.08)}$
2	$W_{раз}(z) = \frac{0.9z}{(z-1)(z-0.6)(z-0.07)}$
3	$W_{раз}(z) = \frac{12}{(z-0.09)(z-0.6)(z-1)}$
4	$W_{раз}(z) = \frac{8.5}{(z-0.9)(z-0.25)}$
5	$W_{раз}(z) = \frac{0.25z}{(z-0.9)(z-0.65)}$
6	$W_{раз}(z) = \frac{9.5}{(z-0.9)(z-0.5)(z-0.04)}$
7	$W_{раз}(z) = \frac{3z}{(z-0.9)(z-0.4)(z-0.03)}$
8	$W_{раз}(z) = \frac{5.4}{(z-0.12)(z-0.7)(z-1)}$



9	$W_{раз}(z) = \frac{3.5}{(z-1)(z-0.35)}$
10	$W_{раз}(z) = \frac{4.2z}{(z-0.9)(z-0.54)}$
11	$W_{раз}(z) = \frac{7.2}{(z-1)(z-0.2)(z-0.06)}$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

### для подготовки к экзамену

1. Понятие об автоматическом управлении. Типовая функциональная схема САУ.
2. Понятие устойчивости САУ. Переходной процесс и показатели его качества. Точность управления.
3. Уравнения звеньев системы. Условия допустимости линеаризации.
4. Использование преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений. Правила записи уравнений в операторной форме.
5. Определение передаточной функции звена. Общее свойство минимально-фазовых устойчивых звеньев.
6. Частотные и временные характеристики звена.
7. Показатели качества переходного процесса.
8. Типы динамических звеньев линейных САУ.
9. Частотные и временные характеристики типовых динамических звеньев.
10. Определение передаточной функции и характеристик САУ при последовательном и параллельном соединении звеньев. Общие правила построения асимптотических ЛАЧХ последовательных звеньев.
11. Определение передаточной функции САУ по управляющему воздействию, ошибке и возмущению при параллельном встречном соединении звеньев.
12. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
13. Частотный критерий устойчивости Найквиста для амплитудно-фазовых характеристик (годографов), логарифмических характеристик. Определение запасов устойчивости по фазе и амплитуде по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы.
14. Определение установившегося режима и статической САУ. Точность статических САУ в установившемся режиме.
15. Определение вынужденного режима в САУ. Определение вынужденной ошибки в САУ.
16. Алгоритмы управления. Блок-схема обобщенного регулятора.
17. Аналоговые ПИД-регуляторы. Реализация ПИД-алгоритма в цифровых САУ (ПЦР – алгоритм).
18. Коррекция динамических свойств САУ. Типы корректирующих устройств по способу их включения.
19. Характеристики типовых нелинейных звеньев.
20. Особенности установившихся и динамических режимов нелинейных САУ. Устойчивость (неустойчивость) в малом, большом, в целом, автоколебания.
21. Фазовые портреты нелинейных систем.
22. Исследование устойчивости нелинейных САУ с помощью критерия абсолютной устойчивости В.М. Попова.
23. Определение дискретных систем. Виды квантования сигналов.
24. Импульсные САУ. Классификация импульсных САУ по виду модуляции.
25. Математический аппарат теории линейных импульсных систем. Решетчатые функции. Z - преобразование Лапласа для решетчатых функций.

26. Определение передаточных функций разомкнутых и замкнутых импульсных систем.
27. Исследование устойчивости импульсных САУ. Критерий Гурвица для импульсных систем.
28. Исследование устойчивости импульсных САУ. Критерий Найквиста для импульсных систем. Определение запасов устойчивости по амплитуде и фазе по годографу импульсной системы.
29. Определение цифровых САУ. Определение допустимых значений интервала дискретности Т (интервала формирования управляющего кода и интервала считывания информации с датчиков).
30. Особенности динамики цифровых САУ.
31. Математическое описание цифровых САУ.
32. Методика исследования цифровых САУ. Численные методы.
33. Основные достоинства цифровых САУ.
34. Робастные системы и их характеристики.
35. Структура цифровой САУ. Процессоры.
36. Структура цифровой САУ. Интерфейсы.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

#### 10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**  
*Основная учебная литература*

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / Д. П. Ким. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 276 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9294-6. // ЭБС Юрайт. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433154> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
2. Цветкова, О.Л. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебник / О.Л. Цветкова. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 207 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8334-7 ; // ЭБС Университетская библиотека онлайн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю .
3. Панкратов, В.В. Избранные разделы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 222 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-1810-9 ;// ЭБС Университетская библиотека онлайн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135671> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Антимиров, В. М. Системы автоматического управления : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]/ В. М. Антимиров ; под науч. ред. В. В. Телицина. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 91 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-9916-9906-8 // ЭБС Юрайт. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438165> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю .

2. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.: ил.
3. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для академического бакалавриата [Электронный ресурс]/ Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 169 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8603-7 // ЭБС Юрайт. - <https://biblio-online.ru/bcode/437103> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю .

• **Периодические издания**

1. Информационные технологии и вычислительные системы / Учредитель: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН"; гл. ред. С.В. Емельянов, - М.: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН". Год основания 1995 г. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8746>
2. Компоненты и технологии / Учредитель: ООО «Издательство Файнстрит»; гл. ред. П. Правосудов. – СПб.: ООО «Издательство Файнстрит». – Журнал издаётся с 1999 года. - Содержание выпусков на сайте журнала: <http://www.kit-e.ru/>; Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте НЭБ «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9938>
3. Приборы и техника эксперимента: журнал РАН / Учредитель: Российская академия наук, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. В.С. Эдельман. – М.: Издательство «Наука». – Журнал основан в августе 1956 года. - Полные электронные версии статей журнала представлена на сайте НЭБ «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7954>
4. Проблемы машиностроения и автоматизации: международный периодический научно-технический журнал / Учредитель: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН; гл. ред. академик Р.Ф. Ганиев. – М.: Открытое акционерное общество Национальный институт авиационных технологий. – Журнал издаётся с 1982 года. – Содержание выпусков на сайте журнала: <http://pma-ntp.ru/>.
5. Программные продукты и системы / учредители: МНИИПУ (г.Москва), гл. редакция международного журнала «Проблемы теории и практики управления» (г. Москва), ЗАО НИИ «Центрпрограммсистем» (г. Тверь); гл. ред. С.В. Емельянов. – Тверь.: НИИ «Центрпрограммсистем». Журнал основан в 1995 году. Полные тексты статей на сайте журнала [www.swsys.ru](http://www.swsys.ru)
6. САПР и графика / Учредитель: ООО «КомпьютерПресс»; гл. ред. Д.Г. Красковский. – М.: КомпьютерПресс. – Журнал издаётся с 1996 года. – Содержание выпусков на сайте журнала: <http://sapr.ru/issue>

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>

7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

### ***Научные поисковые системы***

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций (<https://scholar.google.ru/>)
3. WorldWideScience.org Глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам.
4. SciGuide - Навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. (<http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>)

### ***Профессиональные ресурсы сети «Интернет»***

5. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
6. OpenNet: [www.opennet.ru](http://www.opennet.ru).
7. Сервер министерства высшего образования : [www.informika.ru](http://www.informika.ru).
8. iXBT.com — Сайт о высоких технологиях: актуальные новости, обзоры новинок, репортажи с конференций, аналитика. – [iXBT.com](http://www.ixbt.com)
9. Универсальная последовательная шина USB.– ООО Макрогрупп © 2009, Режим доступа: <http://www.macrogroupp.ru>.
10. Описание технологии Fast Ethernet. – Copyright © by iXBT.com, 1997 – 2009. Режим доступа: <http://www.ixbt.com/comm/tech-fast-ethernet.shtml>.

### **Описание материально-технической базы**

Стандартная учебная аудитория и компьютерный класс с проектором. Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе, код доступа не требуется (программы Open office и VisSim).

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, по сети имеют доступ к электронным пособиям по адресу: [atlas/material/кафедра АТПИП/](http://atlas/material/кафедра АТПИП/), к «Электронной образовательной среде», а также в определенном порядке получают доступ к информационным ресурсам Интернета.

## **11 Язык преподавания**

Русский.