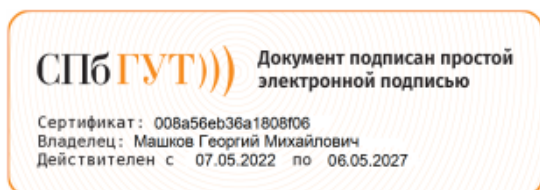


**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств
(полное наименование кафедры)



УТВЕРЖДАЮ
И.о.первого проректора
 С.И. Ивасин
1» 04 2022г.

Регистрационный № 22.04/214-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы СВЧ устройств
(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр
(квалификация)

Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств
(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма
(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.03 Конструирование и технология электронных средств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 № 956, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Элементы СВЧ устройств» является: формирование и развитие знаний в области проектировании, экспериментального исследования и эксплуатации устройств СВЧ диапазона.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

использование современных методов математического моделирования, средств измерений и систем автоматического проектирования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Элементы СВЧ устройств» Б1.В.ДВ.04.02 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.03 Конструирование и технология электронных средств». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Научные исследования и информационное сопровождение инженерных методик проектирования электронных средств».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-9	Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств
2	ПК-10	Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства
3	ПК-11	Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
4	ПК-15	Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-9.1	Знает современные технологические процессы производства электронных средств
ПК-9.2	Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств
ПК-9.3	Владеет навыками подготовки технического задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств
ПК-10.1	Знает требования технологической и нормативной документации технологических процессов выпуска электронных средств
ПК-10.2	Умеет проектировать технологические процессы производства электронных средств

ПК-10.3	Владеет навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производств
ПК-11.1	Знает методы отработки и внедрения материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств
ПК-11.2	Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
ПК-11.3	Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства
ПК-15.1	Знает схемы и конструкции электронных средств различного функционального назначения
ПК-15.2	Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
ПК-15.3	Владеет навыками разработки архитектуры электронных средств

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры 3
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	144	144
Контактная работа с обучающимися		58.35	58.35
в том числе:			
Лекции		16	16
Практические занятия (ПЗ)		22	22
Лабораторные работы (ЛР)		18	18
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		2.35	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		52	52
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		52	52
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная

1	Раздел 1. Техническая электродинамика СВЧ-устройств и антенн	Основные положения макроскопической электродинамики используемые при проектирование конструкций СВЧ диапазона. Основные виды и типы СВЧ устройств и антенн. Волноводы, делители, мосты, направленные ответвители, фильтры, вибраторные антенны, рупорные антенны, зеркальные антенны, линзы, антенные решётки.	3		
2	Раздел 2. Аналитические методы проектирования СВЧ-устройств и антенн	Аналитические методы проектирования СВЧ-устройств и антенн	3		
3	Раздел 3. Численные методы проектирования СВЧ-устройств и антенн	Метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод моментов. Примеры использования численных методов.	3		
4	Раздел 4. САПР СВЧ- устройств и антенн	Обзор современных САПР СВЧ-устройств и антенн. Особенности проектирования СВЧ-устройств и антенн в САПР.	3		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

«Элементы СВЧ устройств» является дисциплиной, завершающей теоретическое обучение по программе 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек- ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи- нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Техническая электродинамика СВЧ-устройств и антенн	4	10			9	23
2	Раздел 2. Аналитические методы проектирования СВЧ-устройств и антенн	4	12			30	46
3	Раздел 3. Численные методы проектирования СВЧ-устройств и антенн	4		8		9	21
4	Раздел 4. САПР СВЧ-устройств и антенн	4		10		4	18
Итого:		16	22	18	-	52	108

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Техническая электродинамика СВЧ-устройств и антенн. часть 1	2
2	1	Техническая электродинамика СВЧ-устройств и антенн. часть 2	2
3	2	Аналитические методы проектирования СВЧ-устройств и антенн. часть 1	2
4	2	Аналитические методы проектирования СВЧ-устройств и антенн. часть 2	2
5	3	Численные методы проектирования СВЧ-устройств и антенн. часть 1	2
6	3	Численные методы проектирования СВЧ-устройств и антенн. часть 2	2
7	4	САПР СВЧ-устройств и антенн. часть 1	2
8	4	САПР СВЧ-устройств и антенн. часть 2	2
Итого:			16

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	3	Исследование полоскового делителя на основе тройника.	2
2	3	Исследование полоскового делителя на основе направленного ответвителя.	4
3	3	Исследование полоскового фильтра.	2
4	4	Исследование полуволнового вибратора	2
5	4	Исследование антенны Уда-Яги.	2
6	4	Исследование рупорной антенны.	2
7	4	Исследование фазированных антенных решеток.	4
Итого:			18

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	1	Основные типы волноводов. Микрополосковая линия.	2
2	1	Проектирование делителей мощности	2
3	1	Проектирование фильтров	4
4	1	Волновое уравнение.	2
5	2	Расчёт характеристик полуволнового вибратора.	2
6	2	Расчёт характеристик рупорной антенны.	4
7	2	Расчёт характеристик линзовой антенны.	2
8	2	Проектирование антенных решёток.	4
Итого:			22

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Дополнительные материалы к разделу 1	Опрос	9
2	2	Изучить проектирование печатных антенн. Основные типы. Методы расчёта. Особенности работы. Особенности конструирования.	Опрос	10
3	2	Изучить проектирование зеркальных антенн. Основные типы. Методы расчёта. Особенности работы. Особенности конструирования.	Опрос	10
4	2	Изучить проектирование фазированных антенных решёток. Основные элементы фидерного тракта фазированных антенных решёток – фазовращатель, аттенюатор. Методы расчёта. Особенности работы. Особенности конструирования.	Опрос	10
5	3	Дополнительные материалы к разделу 3	Опрос	9
6	4	Дополнительные материалы к разделу 4	Опрос	4
Итого:				52

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Сомов, А. М.
Антенно-фидерные устройства : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Сомов, В. В. Старостин, Р. В. Кабетов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2017. - 404 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=334037>. - ISBN 978-5-9912-0152-0 : Б. ц.
2. Фальковский, Олег Исаакович.
Техническая электродинамика : [Электронный ресурс] : учебник / О. И. Фальковский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 432 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167785>. - ISBN 978-5-8114-0980-8 : Б. ц. Книга из коллекции Лань - Физика [Предыдущее издание:](#) Фальковский, Олег Исаакович. Техническая электродинамика / О. И. Фальковский, 2009. - 432 с. - [Б. м. : б. и.]. - <https://e.lanbook.com/book/403>

13.2. Дополнительная литература:

1. Пименов, Юрий Вадимович.
Техническая электродинамика : учебное пособие для вузов / Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцов ; ред. Ю. В. Пименов. - М. : Радио и связь, 2002. - 536 с. : ил. - ISBN 5-256-01287-8 : 154.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Вамберский, М. В.
Конструирование ферритовых развязывающих приборов СВЧ / М. В. Вамберский, В. П. Абрамов, В. И. Казанцев ; ред. М. В. Вамберский ; рец. Д. И. Воскресенский. - М. : Радио и связь, 1982. - 136 с. : ил. - (Библиотека радиоконструктора). - Библиогр.: с. 134-136. - (в обл.) : 0.35 р. - Текст : непосредственный.
3. Фролов, О. П.

- Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи : [Электронный ресурс] / О. П. Фролов, В. П. Вальд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 496 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=334045>. - ISBN 978-5-9912-7002-1 : Б. ц.
4. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие. - М. : ТУСУР. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4952. Ч. 2 : Антенны / Г. Г. Гошин. - М. : ТУСУР, 2012. - 159 с. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки
5. Антенны и устройства СВЧ. - М. : ТУСУР. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5439. Ч. 1 : Устройства СВЧ / А. С. Шостак. - М. : ТУСУР, 2012. - 124 с. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Windows 7 РТС

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Элементы СВЧ устройств» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно

осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми

позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слово-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 10

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры