

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский



» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные методы микро- и спектроскопии твердых тел

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тагиров М.С. (Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Murat.Tagirov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-2	Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-4	Способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования
ПК-5	Способность описывать новые методики инженерно-технологической деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физические принципы, лежащие в основе каждого из методов исследования твердых тел

Должен уметь:

ориентироваться в современных методах исследования конденсированной материи

Должен владеть:

знаниями о границах практического применения методов и их сопоставление.

Должен демонстрировать способность и готовность:

самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Физика магнитных явлений)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 13 часа(ов), практические занятия - 13 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	1	1	1	0	6
2.	Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.	1	1	1	0	6
3.	Тема 3. Просвечивающая микроскопия.	1	1	1	0	8
4.	Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.	1	1	1	0	8
5.	Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.	1	1	1	0	6
6.	Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.	1	1	1	0	6
7.	Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.	1	1	1	0	6
8.	Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР. Микроскопия на основе квантовых магнетометров.	1	1	1	0	6
9.	Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	1	1	1	0	6
10.	Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.	1	1	1	0	6
11.	Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.	1	1	1	0	6
12.	Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.	1	1	1	0	6
13.	Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.	1	1	1	0	6
	Итого		13	13	0	82

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение.

Введение. Классификация и современные состояния методов изучения поверхности и объемного твердого тела. История развития микроскопии. Разрешающая способность. Виды микроскопии. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Рентгеновская микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия.

Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.

Ионно-полевая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Экспериментальная установка для полевой ионной микроскопии. Схематическая диаграмма, иллюстрирующая процесс получения изображения в ионно-полевом микроскопе. Практически решаемые задачи. Пробоподготовка образцов.

Тема 3. Просвечивающая микроскопия.

Просвечивающая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Экспериментальная установка для просвечивающей микроскопии. Схематическая диаграмма, иллюстрирующая процесс получения изображения в просвечивающем микроскопе. Практически решаемые задачи. Пробоподготовка образцов.

Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.

Сканирующая электронная микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Экспериментальная установка для сканирующей электронной микроскопии. Схематическая диаграмма, иллюстрирующая процесс получения изображения в микроскопе. Практически решаемые задачи. Пробоподготовка образцов.

Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.

Принципиальная схема СЭМ. Астигматизм. Влияние скорости сканирования на соотношение сигнал/шум. Величины ускоряющего напряжения применяемые в сканирующем электронном микроскопе. Виды излучения возникающие при взаимодействии электронного пучка с веществом. Величина увеличения СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА.

Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.

История изобретения сканирующего атомно-силового микроскопа. Принцип работы. Конструкция атомно-силового микроскопа, особенности его работы. Обработка полученной информации и восстановление полученных изображений. Режимы работы атомно-силового микроскопа. Кантилевер как одна из основных частей сканирующего зондового микроскопа.

Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.

Магнитно-силовая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Магнитно-резонансный силовой микроскоп. Достоинства и недостатки, альтернативные методы магнитно-силовой микроскопии. Метод декорирования Биттера. Микроскоп Керра.

Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР. Микроскопия на основе квантовых магнетометров.

Микроскопия на основе ЯМР. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Микроскопия на основе квантовых магнетометров. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

Сканирующая акустическая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.

Электронная оже-спектроскопия. Генерация Оже-электрона. Спектр оже-электронов. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.

Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ). Развитие метода. Зависимость интенсивности потерь от потери энергии. Физическая суть метода спектроскопии характеристических потерь энергии электронов, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Влияние типа анализатора на экспериментальный спектр.

Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.

Термодесорбция. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Электронно-стимулированная десорбция. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.

Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

Нейтронная спектроскопия и нейтронография. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

AFM - http://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий_атомно-силовой_микроскоп

http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4688/Сканирующий <http://www.mnhs.ru/tools/solver.html>

AUGER - <http://irmt.ru/index.php/experbase/auger>

RFES - <http://irmt.ru/index.php/experbase/rfes>

SAM - <http://interbalt.ru/Downloads/SAM.pdf>

http://download.springer.com/static/pdf/992/art%253A10.1134%252FS0020441209050145.pdf?auth66=1360393211_167d1530

STM - http://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий_туннельный_микроскоп <http://www.mikroskopia.ru/info/26.html>

http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3680.html http://vestnik.osu.ru/2007_12/28.pdf

TEM - <http://irmt.ru/index.php/experbase/tem>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекций обучающимся рекомендуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вести конспектирование учебного материала; - задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. <p>В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p> <p>После прослушивания и конспектирования лекций по данной дисциплине рекомендуется самостоятельно повторить пройденный материал, ознакомиться с содержанием соответствующих глав основной и дополнительной литературы, внести соответствующие дополнения в конспект лекций. Особое внимание необходимо уделить вопросам для самостоятельного изучения, которые лектор задал на прошедшей лекции.</p>
практические занятия	<p>После получения темы научного доклада студенту необходимо получить у преподавателя необходимые источники на электронных носителях (флешках), ознакомиться с их содержанием и только после этого приступить к самостоятельной работе по поиску новой и актуальных данных по теме научного доклада. Здесь необходимо отметить, что большая часть информации содержится на англоязычных сайтах. Это означает, что требуется мобилизация практического владения английским языком. Все самостоятельно переведенные тексты должны быть собраны в отдельные файлы и систематизированы в дальнейшем.</p> <p>На каждом практическом занятии выступают два студента с заранее выбранной темой. В ходе выступления рекомендуется вести конспектирование научного доклада, задавать студенту уточняющие вопросы. Такой вид практических занятий способствует лучшему усвоению материала курса лекций.</p>
самостоятельная работа	<p>Здесь важно отметить, что она подразделяется на следующие виды:</p> <ul style="list-style-type: none"> Работа с лекционным материалом (см. выше). Работа на практических занятиях (см. выше). Работа с аудиовизуальным материалом. Здесь предусмотрен просмотр научно-популярных фильмов по пройденным на лекциях темам. Такой инновационный вид самостоятельной работы способствует лучшему усвоению материала курса лекций.
экзамен	<p>Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы по курсу "Современные методы микро- и спектроскопии твердых тел" студенты должны использовать не только курс лекций и основную литературу, но и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы. За день или два до даты экзамена проводится консультация. На консультации преподавателю можно задать возникшие в ходе подготовке к экзамену вопросы.</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Физика магнитных явлений".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4 Современные методы микро- и спектроскопии
твердых тел

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. <http://znanium.com/bookread.php?book=441543>
2. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7. <http://znanium.com/bookread.php?book=492077>

Дополнительная литература:

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. / Киттель Ч. // М.: Наука, 1978.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. / Займан Дж. // М.: Наука, 1974.
3. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. / Киттель Ч. // М.: Наука, 1967.
4. Займан Дж. Модели беспорядка / Займан Дж. //М.: Мир, 1982.
5. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 607 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/94144>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4 Современные методы микро- и спектроскопии
твердых тел

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows