

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современная супрамолекулярная химия

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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) профессор, д.н. (профессор) Стойков И.И. (Кафедра органической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Ivan.Stoikov@mail.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
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет супрамолекулярной химии, о супермолекуле, супрамолекулярных ассоциатах, молекулярном распознавании, современные концепции теоретической супрамолекулярной химии, в том числе концепции молекулярного распознавания, самопроцессов, процессов адаптации и эволюции супрамолекулярных систем, принципы конструирования синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов), классификацию синтетических рецепторов (поданды, коронанды, криптанды, гемисферанды, циклофаны, халофаны и т.д.).

Должен уметь:

обсуждать физико-химические и биохимические аспекты применения синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов), ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по супрамолекулярной химии, самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению синтетических рецепторов для решения конкретных задач супрамолекулярной химии.

Должен владеть:

навыками планирования исследований по разработке определенного типа синтетических рецепторов ("хозяев", супрамолекулярных рецепторов, переносчиков, катализаторов) в соответствии с требуемыми характеристиками разрабатываемых супрамолекулярных систем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Химия супрамолекулярных нано- и биосистем)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 48 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 60 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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. От молекулярной к супрамолекулярной химии.	2	2	2	0	8
2.	Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность.	2	2	2	0	8
3.	Тема 3. Краун-эфиры и круговое распознавание.	2	2	2	0	8
4.	Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанды.	2	2	2	0	8
5.	Тема 5. Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды.	2	2	2	0	4
6.	Тема 6. Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов.	2	2	2	0	4
7.	Тема 7. Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.	2	2	2	0	4
8.	Тема 8. Гетеротопные сорцепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.	2	2	2	0	2
9.	Тема 9. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.	2	2	2	0	2
10.	Тема 10. Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков.	2	2	2	0	2
11.	Тема 11. Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах.	2	2	0	0	4
12.	Тема 12. Молекулярная самосборка ? программирование супрамолекулярных систем.	2	2	0	0	2
13.	Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.	2	0	2	0	2
14.	Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?.	2	0	2	0	2
	Итого		24	24	0	60

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии.

Введение. От молекулярной к супрамолекулярной химии. Химия и биология, творчество и искусство. Сравнение химии и биологии по отношению к двум параметрам: сложности и разнообразию систем. Предмет супрамолекулярной химии. Молекулярная химия. Связь супрамолекулярной химии с молекулярной химией. Супрамолекулы и надмолекулярные системы. Рецептор, субстрат, ?хозяин?, ?гость?, лиганд. Основные свойства супрамолекулы: молекулярное распознавание, превращение и перенос.

Тема 2. Молекулярное распознавание - распознавание, информация и комплементарность.

Молекулярное распознавание. Распознавание, информация и комплементарность. Молекулярное распознавание и селективность взаимодействия. Два уровня соответствия субстрата рецептору: геометрия и электронное строение частиц. Принцип двойной комплементарности. Нековалентные межмолекулярные взаимодействия. Хранение и считывание информации на супрамолекулярном уровне.

Тема 3. Краун-эфиры и круговое распознавание.

Краун-эфиры и круговое распознавание. Химия комплексов «гость-хозяин». Работы Нобелевских лауреатов 1987 года Ч.Педерсона, Д.Крама и Ж.-М.Лена.

Тема 4. Тетраэдрическое распознавание и криптанды.

Тетраэдрическое распознавание и криптанды. Биологические и биомиметические процессы и системы. Самоорганизация и молекулярное распознавание.

Тема 5. Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды.

Сферическое распознавание и гемисферанды, сферанды. Распознавание катионов металлов и ионов аммония, родственных субстратов. Биологические и биомиметические процессы и системы.

Тема 6. Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов.

Анионкоординационная химия и распознавание анионных субстратов. Биологические системы. Разнообразие анионных субстратов. Простейшие модели синтетических рецепторов на анионы.

Тема 7. Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.

Молекулярные сорцепторы и сложное распознавание. Линейное распознавание молекулы дипольными сорцепторами.

Тема 8. Гетеротопные сорцепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.

Гетеротопные сорцепторы. Спелеанды, двойственные рецепторы. Сложное распознавание в металлорецепторах. Супрамолекулярная динамика.

Тема 9. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Супрамолекулярный металлокатализ.

Супрамолекулярный катализ. Супрамолекулярное взаимодействие и катализ. Катализ активными рецепторами катионов. Взаимодействие молекул-рецепторов с анионами. Катализ рецепторами типа циклофанов. Супрамолекулярный металлокатализ. Сокатализ: катализ синтетических реакций. Биомолекулярный и супрамолекулярный катализ.

Тема 10. Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков.

Транспортные процессы и конструирование молекул-переносчиков. Процессы переноса. Молекулы-переносчики и трансмембранные каналы. Транспорт молекулами-переносчиками. Катионные транспортные процессы ? переносчики катионов. Анионные транспортные процессы ? переносчики анионов. Процессы сопряженного переноса.

Тема 11. Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах.

Сопряженные процессы переноса в супрамолекулярных системах. Сопряженный перенос электронов при окислительно-восстановительном градиенте. Сопряженный перенос протонов при pH-градиенте. Процессы фотосопряженного переноса. Перенос через трансмембранные каналы.

Тема 12. Молекулярная самосборка ? программирование супрамолекулярных систем.

Молекулярная самосборка ? программирование супрамолекулярных систем. Самогруппирование и множественное взаимосвязывание. Самоорганизация. Программирование супрамолекулярных систем. Положительная кооперативность молекулярной самосборки. Самосборка неорганической архитектуры. Бипиридиновые лиганды.

Тема 13. Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы.

Геликаты - искусственные двойные, тройные спиральные самоорганизующиеся системы. Синтетические аналоги ДНК. Процессы самораспознавание и самосборки.

Тема 14. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?.

Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная организация ионов металлов. ?Решетки?, ?лестницы?, ?сетки?

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)

eLIBRARY.RU -

<http://libweb.ksu.ru/vufind/Search/Results?type=AllFields&filter%5B%5D=building%3A%22eLIBRARY.RU%22>

REAXYS - <https://www.reaxys.com>

Scopus - <http://www.scopus.com/>

Web of Science - <http://webofknowledge.com/>

Поисковая система Scholar google - <http://scholar.google.ru/>

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

Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине 'Современная супрамолекулярная химия'

К выполнению контрольных работ рекомендуется приступать только после усвоения всего учебного материала дисциплины.

Рекомендации по освоению контрольных работ:

- контрольную работу следует выполнять полностью, т.е. решить все задачи и ответить на все вопросы задания; непонятный вопрос или задачу не следует пропускать; в этом случае необходимо обратиться за помощью к преподавателю;
- ответы в контрольных работах излагать ясно, точно и полно, таким образом, чтобы преподавателю был ясен весь ход рассуждений;
- при выполнении расчётов необходимо внимательно относиться к единицам измерения всех величин, входящих в ту или иную формулу, и проверять, в каких единицах измерения должен быть результат;
- контрольная работа выполняется на листах формата А4;
- не допускаются перечёркивания, вставки, произвольное сокращение слов и каких-либо обозначений, не применяемых в литературе по изучаемой дисциплине;
- неудовлетворительное оформление контрольной работы может быть причиной её незачёта; небрежность письма и грамматические ошибки недопустимы;
- на каждой странице работы необходимо оставлять поля;
- в шапке контрольной работы необходимо написать фамилию, инициалы, группу, направление, курс, наименование дисциплины, номер контрольного задания.

Методические рекомендации

по самостоятельной работе для студентов

по дисциплине 'Современная супрамолекулярная химия'

Рабочей программой дисциплины 'Современная супрамолекулярная химия' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 44 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям, устным опросам и контрольной работе;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к сдаче практических работ, защите практической работы, сдаче экзамена, выполнение домашнего задания.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины 'Основы квантовой химии'. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

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 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Химия супрамолекулярных нано- и биосистем".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.5 Современная супрамолекулярная химия

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии. [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. ? 400 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66210> ? Загл. с экрана.
2. Дьячков, П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 491 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66217> ? Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. ? 600 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66212> ? Загл. с экрана.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.5 Современная супрамолекулярная химия

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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.