

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

Биофизическая химия

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

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) доцент, к.н. (доцент) Сироткин В.А. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Vladimir.Sirotkin@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
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7);
ОПК-1	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3);

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

важнейшие представления о химической структуре, пространственном строении и силах, поддерживающих нативную конформацию, биологических молекул.

Должен уметь:

навыками применения физико-химического аппарата для анализа процессов с участием биологических молекул.

Должен владеть:

представлениями о современных экспериментальных и теоретических подходах, используемых при изучении свойств биологических молекул.

Должен демонстрировать способность и готовность:

важнейшие представления о химической структуре, пространственном строении и силах, поддерживающих нативную конформацию, биологических молекул.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 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	
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. Историческая справка. Положение биофизической химии в ряду других наук.	5	2	0	0	
2.	Тема 2. Структура и физико-химические свойства основных классов биологических молекул.	5	16	0	0	18
3.	Тема 3. Основные понятия первого и второго закона термодинамики в приложении к биологическим системам.	5	8	0	0	
4.2	Тема 4. Денатурация биомолекул	5	4	0	0	
4.2	Содержание дисциплины (модуля)					
Тема 1.	Введение. Историческая справка. Положение биофизической химии в ряду других наук.					
5.	Структура и физико-химические свойства биологической химии в ряду других наук. Отличия биофизической химии от биохимии и биофизики. Отличие биофизической химии от физической химии. Экспериментальные методы и подходы, используемые в биофизической химии. Важнейшие достижения биофизической химии.	5	6	0	0	18
	Место биофизической химии в ряду других наук. Отличия биофизической химии от биохимии и биофизики. Отличие биофизической химии от физической химии. Экспериментальные методы и подходы, используемые в биофизической химии. Важнейшие достижения биофизической химии.				0	36

Тема 2. Структура и физико-химические свойства основных классов биологических молекул.

Современные представления о пространственной структуре биологических молекул и силах, ее определяющих.

Химическая и пространственная структура 20 α -аминокислот - строительных элементов белков. Оптическая изомерия. Структура D- и L-изомеров. Классификация аминокислот по природе боковой группы. Электрический заряд аминокислот и связь с pH. Понятие о цвиттер-ионе. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха. Образование пептидных связей.

Пространственная структура, физико-химические свойства и функции белков. Внутри и межмолекулярные взаимодействия, поддерживающие нативную структуру белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Внутримолекулярные водородные связи. Понятие об основных элементах вторичной структуры белков: α -спирали и β -листы. Ионные взаимодействия. Дисульфидные связи. Основные функции белков: катализ, транспорт, хранение, строительные элементы.

Пространственная структура, физико-химические свойства и функции липидов. Классификация липидов. Химическая структура и свойства основных представителей липидов: насыщенных и ненасыщенных кислот, триглицеридов, фосфолипидов, холестерина.

Основные представления о пространственной структуре, физико-химических свойствах и функциях сахаров. Оптическая изомерия сахаров. Структура D- и L-изомеров.

моносахаридов. Основные представители триоз, пентоз, гексоз. Пиранозная и фуранозная форма моносахаридов. Структура и физико-химические свойства основных представителей дисахаридов: сахарозы, лактозы и галактозы. Структура и физико-химические свойства полисахаридов: крахмала и целлюлозы.

Пространственная структура, физико-химические свойства и функции нуклеиновых кислот. Азотистые основания, сахара и фосфатные группы - строительные элементы нуклеиновых кислот. Сходство и различие в химической структуре ДНК и РНК. Химическая структура азотистых оснований. Структура двойной спирали нуклеиновых кислот. Основные взаимодействия, поддерживающие нативную структуру нуклеиновых кислот.

Тема 3. Основные понятия первого и второго закона термодинамики в приложении к биологическим системам.

Термохимия биологических систем. Законы Гесса и Кирхгофа. Основные понятия: энтальпия, внутренняя энергия, теплоемкость, термодинамическая система, типы термодинамических систем, экстенсивные и интенсивные свойства.

Основные понятия второго закона термодинамики: энтропия, свободная энергия Гиббса, константа равновесия, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы, равновесные и неравновесные процессы, обратимые и необратимые процессы. Способы определения свободной энергии Гиббса в различных биологических процессах.

Связывание низкомолекулярных соединений и ионов биологическими макромолекулами в водных растворах. Важность изучения взаимодействия биологических макромолекул с низкомолекулярными соединениями. Определение параметров связывания и анализ экспериментальных данных в случае: а) одноместного связывания; б) нескольких независимых идентичных участков связывания; в) кооперативного связывания: модель Хилла.

Тема 4. Денатурация биомолекул

Основные понятия: теплоемкость, зависимость теплоемкости вещества от температуры. Способы денатурации белков. Термическая денатурация и экспериментальные методы ее изучения. Подход Вант-Гоффа. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии. Холодовая денатурация белков и ее термодинамическая интерпретация. Влияние влажности белка на его термостабильность. Денатурация нуклеиновых кислот. Факторы, вызывающие денатурацию ДНК и РНК.

Тема 5. Гидратация биомолекул. Структура и физико-химические свойства воды.

Биологическая роль воды. Основные понятия из области адсорбционных явлений: адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Полимолекулярная адсорбция и ее описание методом Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ), его вывод. Положения, лежащие в основе уравнения БЭТ. Графическое определение параметров уравнения БЭТ. Основные закономерности адсорбции паров воды на твердых белковых препаратах. Понятие о сорбционном гистерезисе. Определение термодинамических параметров адсорбции воды на биологических макромолекулах: свободной энергии, энтальпии и энтропии. Структурные изменения в ходе гидратации биомолекул.

Гидрофобные взаимодействия. Молекулярные причины возникновения гидрофобных эффектов. Особенности структуры воды по сравнению с другими химическими веществами. Особенности взаимодействия воды с неполярными молекулами. Характеристики гидрофобности.

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 планируемыми результатам 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)

Methods in Protein Structure and Stability Analysis [Электронная книга] / V.N. Uversky, E.A. Permyakov (Editors) - Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge, NY. - 2007. -

https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5695

Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник. ? 3-изд., перераб. И доп. М.: Медицина, 1998. ? 704 с.: ил. ? (Учеб. Лит. Для студентов мед. вузов). ISBN 5-225- -

<http://www.booksmed.com/biologiya/2131-biologicheskaya-ximiya-berezov-uchebnik.html>

Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами./ Под ред. Е.С. Северина, А.Я. Николаева ? М: ГЭОТАР-МЕД, 2001. - 448 с. ? (Серия ?XXI век?). ISBN 5-9231-0053-3. -

<http://www.booksmed.com/biologiya/2147-bioximiya-kratkij-kurs-s-uprazhneniyami-i-zadachami-severin.html>

Биохимия: Учебник / Под ред. Е.С. Северина. ? 2-е изд., испр. ? М.: ГЭОТАР-МЕД. 2004. - 784 с.: ил. ? (Серия ?XXI век?). ISBN 5-9231-0390-7. - <http://www.booksmed.com/biologiya/693-bioximiya-severin-uchebnik.html>

Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. Для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др.; Под ред. Ю.А. Ершова. 4-е изд., стер.- М.: Высш. Шк., 2003. ? 560 с.: ил. ISBN 5-06003626-X. - <http://www.booksmed.com/biologiya/2114-obshhaya-ximiya-biofizicheskaya-ximiya-ximiya-biogennyx-yelementov-ershov-ucheb>

Щербак И.Г. Биологическая химия: Учебник. ? СПб.: Издательство СПбГМУ, 2005. ? 480 с. ISBN 5-88999-052-7. - <http://www.booksmed.com/biologiya/2124-biologicheskaya-ximiya-shherbak-uchebnik.html>

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

Обучающиеся перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с регламентом дисциплины и оценочными средствами.

Работа обучающихся по дисциплине 'Биофизическая химия', направленная на углубление и закрепление теоретических знаний обучающегося,

на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом и учебно-методической литературой;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка к лекциям и устному опросу;
- подготовка к тестовым контрольным работам;
- подготовка к зачету.

Изучение биофизической химии предусматривает самостоятельную работу над курсом по учебникам и учебным пособиям в соответствии с разделами и темами, приведенными в программе, выполнение контрольных работ с последующей сдачей зачета.

Изучение материала по учебникам и учебным пособиям является главным видом самостоятельной работы обучающегося. Чтение учебного пособия целесообразно сопровождать составлением конспекта, в котором, в частности, рекомендуется записывать формулировки законов и их математическое выражение. Для лучшего усвоения закономерностей обучающийся должен стремиться понять логическую связь предпосылок вывода, хода преобразований и результата. Через некоторое время полезно воспроизвести тот же вывод, не заглядывая в книгу. Очень важно научиться анализировать выведенные уравнения и применять их. При изучении каждого раздела рекомендуется проводить систематический самоконтроль путем ответа на вопросы, поставленные в конце соответствующих разделов программы.

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 специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "не предусмотрено".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Избранные главы к лекционному курсу 'Биофизическая химия' [Электронный ресурс] / Автор - составитель: В.А. Сироткин. - Казань: Казанский университет, 2011. - 51 с. Режим доступа: http://kpfu.ru/staff_files/F299136585/Biofizicheskaya.himiya_Sirotkin.VA.pdf
2. Избранные главы к лекционному курсу 'Биофизическая химия' / Автор - составитель: В.А. Сироткин. - Казань: Казанский университет, 2011. - 51 с.
3. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] - 2-е изд. (эл.). - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=8811
4. Сироткин В.А. Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине 'Биофизическая химия' для студентов Химического Института им. А.М. Бутлерова (Специалист - 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия) / В.А. Сироткин. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 8 с.
http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/23796/1/07_54_001126.pdf

Дополнительная литература:

1. Биохимия : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 655500 'Биотехнология' / В.П. Комов, В.Н. Шведова. - М. : Дрофа, 2004. - 639 с.
2. Биологическая химия / [Ю. Б. Филиппович и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. - Москва : Академия, 2005. - 254 с.
3. Биологическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А.Д. Таганович [и др.]; под общ. ред. А.Д. Тагановича. - Минск: Выш. шк., 2013. - 671 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2321-8. <http://znanium.com/bookread2.php?book=509258>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3 Биофизическая химия

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

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.