

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

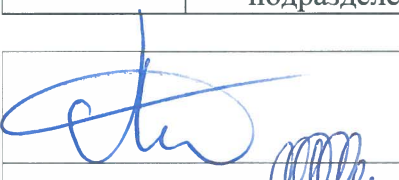
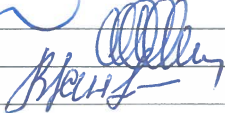
И.о. директора ИШПР

Гусева Н.В.

30 июня 2020г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Нефтяные дисперсные системы                          |                                                 |         |   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/ специальность                | 21.04.01 Нефтегазовое дело                      |         |   |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг |         |   |
| Специализация                                        | Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг |         |   |
| Уровень образования                                  | высшее образование – магистратура               |         |   |
| Курс                                                 | 1                                               | семестр | 2 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | 3                                               |         |   |
| Виды учебной деятельности                            | Временной ресурс                                |         |   |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                    | Лекции                                          | 16      |   |
|                                                      | Практические занятия                            | -       |   |
|                                                      | Лабораторные занятия                            | 16      |   |
|                                                      | ВСЕГО                                           | 32      |   |
| Самостоятельная работа, ч                            |                                                 | 76      |   |
| ИТОГО, ч                                             |                                                 | 108     |   |

| Вид промежуточной аттестации                                                                               | Экзамен                                                                              | Обеспечивающее подразделение | ОНД          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| И. о. заведующего кафедрой –<br>руководителя ОНД на правах<br>кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  |                              | Мельник И.А. |
|                                                                                                            |  |                              | Чернова О.С. |
|                                                                                                            |  |                              | Манжай В.Н.  |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                        | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                 | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                             | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК(У)-4        | Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности | И.ОПК(У)-4.2                      | Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы | ОПК(У)-4.232                                                | Знает приёмы обработки результатов научно-исследовательской, практической технической деятельности                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                 |                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                | ОПК(У)-4.2У2                                                | Умеет обрабатывать результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы, материалы и технические средства                                                                                                                                                                          |
|                 |                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                | ОПК(У)-4.2В2                                                | Владеет навыками оценки результатов научно-исследовательской, практической технической деятельности                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ПК(У)-2         | Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы      | И.ПК(У)-2.1                       | Планирует и проводит аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивает данные и делает выводы                 | ПК(У)-2.131                                                 | Знает нормативную документацию в соответствующей области нефтегазового инжиниринга, методологию проведения различных исследований                                                                                                                                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                | ПК(У)-2.1У1                                                 | Умеет ставить и формулировать цели и задачи научных исследований и разработок, осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научнотехнической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения поставленной задачи, планировать и проводить исследования технологических процессов при освоении месторождений |
|                 |                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                | ПК(У)-2.1В1                                                 | Владеет навыками проведения исследований и оценки их результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК(У)-4         | Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования                                                                 | И.ПК(У)-4.1                       | Анализирует и обобщает данные о работе технологического оборудования,                                                                          | ПК(У)-4.131                                                 | Знает на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологиче-                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                  | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                      | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                           | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                   | Код                                                         | Наименование                                                                                                            |
|                 | ния, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге |                                   | осуществляет контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге |                                                             | ских установок, применяемых в нефтегазовом инжиниринге                                                                  |
|                 |                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                      | ПК(У)-4.1У1                                                 | Умеет анализировать и определять преимущества и недостатки применяемого технологического оборудования в РФ и за рубежом |
|                 |                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                      | ПК(У)-4.1В1                                                 | Владеет навыками интерпретации данных работы оборудования, технических устройств в нефтегазовом инжиниринге             |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |
| РД 1                                          | Обрабатывать результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы, интерпретировать полученные теоретические и экспериментальные данные для выявления закономерности влияния внешних параметров на свойства системы | И.ОПК(У)-4.2                     |
| РД 2                                          | Анализировать научно-техническую информацию по нефтяным дисперсным системам, осуществлять выбор методик и средств решения поставленных задач, планировать и проводить исследования технологических процессов при изучении фазового состава залежей                                               | И.ПК(У)-2.1                      |
| РД 3                                          | Участвовать в исследованиях технологических процессов нефтегазового инжиниринга, обобщать данные о работе технологических установок, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами                                                                   | И.ПК(У)-4.1                      |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                           | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1.</b><br>История возникновения и развития нефтехимии и химии полимеров   | РД1                                          | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                              |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 19                |
| <b>Раздел (модуль) 2.</b><br>Характеристики поверхностных явлений нефтяных дисперсных систем | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                              |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 19                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b> Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.               | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                              |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 19                |
| <b>Раздел (модуль) 4.</b> Структурно-механические свойства нефтяных дисперсных систем        | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                              |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 19                |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел (модуль) 1.** История возникновения и развития нефтехимии и химии полимеров.

Нефть - как дисперсная система. Современные представления о строении нефти и нефтепродуктов. Современные представления о структуре нефтяных систем. Закономерности углеводородного состава нефти. Гетероатомные соединения нефти. Состав и структура частиц дисперсной нефтяной системы. гипотезы происхождения нефти и газа. Ассоциативное поведение компонентов нефти. Механизм формирования частиц дисперсной фазы. Классификации нефтяных дисперсных систем. Физические и химические исследования нефтяных фракций. Образование дисперсных систем. Окраска коллоидных систем. Получение дисперсных систем. Эмульсии и суспензии.

#### Темы лекций:

1. Современные представления о структуре нефтяных систем. Закономерности углеводородного состава нефти. Условия образования и залегания нефти в месторождениях. Свойства и состав нефти. Основные классы компонентов нефти. Ассоциативное поведение компонентов нефти. Растворы полимеров
2. Классификации нефтяных дисперсных систем. Физические и химические исследования нефтяных фракций. Коллоидно-дисперсная структура нефтяной системы.

#### Темы лабораторных занятий:

- 1 Определение плотности нефти ареометрическим методом и приборным
- 2 Определение фракционного состава нефти и нефтепродуктов

## **Раздел (модуль) 2. Характеристики поверхностных явлений нефтяных дисперсных систем.**

Классификация поверхностных явлений. Поверхностное натяжение. Общая характеристика адсорбции. Поверхностная активность. Классификация веществ по поверхностной активности. Характеристика межфазной поверхности. Энергетические параметры поверхности. Общая характеристика адсорбции. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Адсорбция ПАВ. Правило Дюкло-Траубе. Строение адсорбционных слоев. Межмолекулярные взаимодействия при адсорбции. Межмолекулярные взаимодействия при адсорбции. Количественные закономерности процессов адсорбции. Адсорбция на пористых сорбентах. Характеристика капиллярной конденсации. Адсорбция на микропористых адсорбентах. Уравнение адсорбции для растворов ПАВ. Уравнение Ньютона. Ламинарное и турбулентное течение жидкостей.

### **Темы лекций:**

- 3 Классификация поверхностных явлений. Явления смачивания, капиллярные явления. Поверхностное натяжение. Адсорбция ПАВ. Правило Дюкло-Траубе. Строение адсорбционных слоев.
- 4 Реология нефтей с аномальными свойствами. Реологические характеристики жидкостей. Уравнение Аррениуса - Френкеля - Эйринга (АФЭ). Тиксотропные жидкости.

### **Тема лабораторного занятия:**

3. Измерение величины межфазного натяжения на границе газ-жидкость, жидкость-жидкость.

## **Раздел (модуль) 3. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем**

Молекулярно-кинетические свойства высокодисперсных, ультрамикроретерогенных дисперсных систем. Явление осмоса и его закономерности. Самопроизвольное выравнивание концентраций под действием теплового движения молекул или частиц. Беспорядочное движение мелких частиц. Процесс седиментации. Седиментационный анализ. Изучение распространения света в дисперсных системах.

### **Темы лекций:**

5. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Осмотические явления. Диффузия. Броуновское движение. Седиментационное равновесие. Седиментационный анализ. Оптические свойства дисперсных систем
6. Устойчивость дисперсных систем. Понятие коагуляции. Факторы стабилизации дисперсных систем. Водонефтяные эмульсии. Влияние поверхностной активности ПАВ на устойчивость эмульсий. Получение и разрушение эмульсий

### **Темы лабораторных занятий:**

- 4 Седиментационный анализ суспензий с помощью торсионных весов
5. Определение кинетической устойчивости асфальтеносодержащих дисперсных систем
6. Определения содержания воды по методу Дина и Старка

Реологические измерения как метод изучения фазовых переходов и коллоидных структур в многокомпонентных нефтегазовых средах. Структурно-механические свойства НДС. Экстремальные состояния нефтяных дисперсных систем. Способы удаления и предотвращения образования АСПО.

**Тема лекции:**

- 7 Реологические измерения как метод изучения фазовых переходов и коллоидных структур в многокомпонентных нефтегазовых средах. Структурно-механические свойства НДС. Экстремальные состояния нефтяных дисперсных систем. Способы удаления и предотвращения образования АСПО

**Тема лабораторных занятий:**

7. Определение динамической вязкости и расчет кинематической вязкости углеводородных жидкостей
8. Определение влияния температуры и обводнённости на реологические свойства нефти

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

**Основная литература:**

1. Электронный ресурс] / В. Н. Манжай, Л. В. Чеканцева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 7.38 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m016.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2020).- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

2. Манжай, Владимир Николаевич. Нефтяные дисперсные системы: Учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. — 148 с. — ВО - Магистратура. — ISBN 978-5-4387-0720-2. Схема доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=344729> (контент) (дата обращения: 17.06.2020).- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

3. Гельфман, М. И.. Коллоидная химия [Электронный ресурс] / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 336 с. — Книга из кол-

лекции Лань - Химия. — ISBN 978-5-8114-0478-0. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/91307> (контент) (дата обращения: 17.06.2020).- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/91307.jpg> (миниатюра)

#### **Дополнительная литература:**

1. Шишмина, Людмила Всеволодовна. Изучение физико-химических свойств нефти и газа: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л. В. Шишмина, О. В. Носова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.0 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m212.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2020).- Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <http://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

- Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
- Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. LibreOffice;
2. Webex Meetings;
3. Google Chrome;
4. Zoom.

### **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

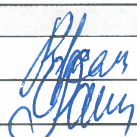
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

| № | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Наименование оборудования                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.; Экран 180*180 – 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест;</p> <p>WinDjView, Acrobat Reader DC, Chrome, LibreOffice, Webex Meetings, Zoom. Corel Draw X5, tNavigator, Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog, Pipesim), Roxar</p> | 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 240 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|    | (Tempest, RMS), WellFlo, Pansys, SubPUMP, Frac-Pro_2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                        |
| 2. | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>Компьютер - 7 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Аппарат (ручной) для определения содержания воды дистилляцией по методу Дина-Старка в нефтепродуктах - 1 шт.; Аппарат для определения содержания воды дистилляцией в нефтепродуктах и битуминозных материалах, с электронагревателем - 1 шт.; Комплекс для определения динамической вязкости - 1 шт.; Однолучевой сканирующий спектрофотометр ПроЭкоЛаб ПЭ-3200С/УФ № ULA 1010002 - 1 шт.; Измеритель ИНПН- SX-850 - 1 шт.; Измеритель плотности жидкостей вибрационный "ВИП-2М" - 1 шт.; Автоматич. анализатор фракционного состава нефтепродуктов PAC OptiDist - 1 шт.; Экстрактор ПЭ-8000 - 1 шт.; Измеритель ИНПН- SX-800 - 1 шт.; Микроскоп с фоторегистрацией и выводом на ПК 15/CX41 - 2 шт.; Сталагмометр СТ-2 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;</p> <p>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer</p> | 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 320-а |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Petroleum Engineering /Нефтегазовый инжиниринг» по специализации «Petroleum Engineering /Нефтегазовый инжиниринг» направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (прием 2020 г., очная форма).

Разработчик:

| Должность             | Подпись                                                                             | ФИО          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Профессор ОНД, д.х.н. |  | Манжай В.Н.  |
| Доцент ОНД, к.г.-м.н. |                                                                                     | Фадеева С.В. |

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «26» июня 2020 г. №25).

Руководитель выпускающего отделения  
И. о. заведующего кафедрой - руководителя  
ОНД на правах кафедры, д.г.-м.н, профессор

  
подпись

/Мельник И.А./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Обсуждено на заседании<br>ОНД (протокол) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины».</li><li>2. Обновлено содержание программы (перечень практических и лабораторных занятий).</li><li>3. Обновлено программное обеспечение.</li><li>4. Обновлен список профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.</li><li>5. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.</li></ol> | От 26.06.2020 г.<br>Протокол № 25        |