


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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Инженерной  
школы природных ресурсов

 Н.В. Гусева  
«30» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

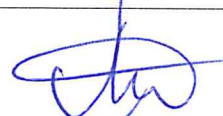


**Основы интегрированного моделирования для прогнозирования и мониторинга производственных процессов**

|  |  |         |                 |
|--|--|---------|-----------------|
| Направление подготовки/<br>специальность   | 21.04.01 «Нефтегазовое дело»   |         |                 |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))  | Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов |         |                 |
| Специализация  | Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов |         |                 |
| Уровень образования  | высшее образование - магистратура                                      |         |                 |
| Курс   | 1  | семестр | 2               |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)   | 3  |         |                 |
| Виды учебной деятельности  | Временной ресурс   |         |                 |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч   | Лекции   |         | 8               |
|  | Практические занятия   |         |                 |
|  | Лабораторные занятия   |         | 24              |
|  | ВСЕГО  |         | 32              |
| Самостоятельная работа, ч  |  |         | 76              |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с<br>выделенной промежуточной аттестацией (курсовой<br>проект, курсовая работа) |  |         | курсовой проект |
| ИТОГО, ч   |  |         | 108             |

Вид промежуточной  
аттестации

|                       |                                 |     |
|-----------------------|---------------------------------|-----|
| Экзамен<br>Диф. зачет | Обеспечивающее<br>подразделение | ОНД |
|-----------------------|---------------------------------|-----|

И.о. заведующего кафедрой-  
руководителя ОНД на правах  
кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|  |                              |
|--|------------------------------|
|   | И.А. Мельник                 |
|  | А.В. Шадрина                 |
|   | А.А. Яковлев<br>О.В. Брусник |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (п. 5. 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)-1        | Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области                        | И.ОПК(У)-1.1                      | Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий | ОПК(У)-1.131  | Знает методы и средства формализации данных, собственно моделирования, постановки различных задач и решения их на модели, а также интерпретации результатов моделирования |
|                 |  |                                   |   | ОПК(У)-1.1У1  | Умеет применять средства физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий                       |
|                 |  |                                   |   | ОПК(У)-1.1В1  | Владеет навыками решения задач в своей предметной области на основе физического и программного моделирования  |
| ОПК(У)-3        | Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии | И.ОПК(У)-3.1                      | Анализирует информацию и составляет обзоры, отчеты  | ОПК(У)-3.131  | Знает порядок оформления правила составления отдельных отчетов, обзоров   |
|                 |  |                                   |   | ОПК(У)-3.1У1  | Умеет анализировать информацию, составлять обзоры, отчеты   |
|                 |  |                                   |   | ОПК(У)-3.1В1  | Владеет опытом анализа информации, составления обзоров, отчетов   |

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

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1, междисциплинарный профессиональный модуль учебного плана образовательной программы 21.04.01 «Нефтегазовое дело».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |   | Индикатор достижения компетенции |
|---|---|----------------------------------|
| Код   | Наименование  |                                  |
| РД1   | Владеть основами процесса интегрированного моделирования нефтегазового объекта, объединяющего в себе геолого-технологическую модель, модель движения флюида в насосно-компрессорных трубах (НКТ), модель движения флюида в поверхностной сети, совмещенную с технологией оценки рисков и оценкой экономических параметров | И.ОПК(У)-1.1<br>И.ОПК(У)-3.1     |

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> Понятие интегрированного моделирования и планирования | РД-1   | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 8                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 25                |
| <b>Раздел (модуль) 2.</b> Технология интегрированного моделирования актива      | РД-1   | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 8                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 25                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b> Анализ результатов применения отдельных моделей       | РД-1   | Лекции                    | 2                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 8                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 26                |

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Понятие интегрированного моделирования и планирования

###### Темы лекций:

1. Понятие об интеллектуальных методах совершенствования производственного управления
2. Преимущества интегрированной модели управления при принятии решения в нефтегазодобыче

###### Темы лабораторных занятий:

1. Методы создания/актуализации/сопровождения/экспертизы интегрированной модели и ее отдельных компонентов

##### Раздел 2. Технология интегрированного моделирования актива

###### Темы лекций:

1. Характеристика модели управления нефтегазодобычей на основе интегрированных операций
2. Описание и прогнозирование производственных показателей

###### Темы лабораторных занятий:

1. Моделирование технологических процессов и работы оборудования с учетом взаимосвязей элементов производственной цепочки нефтегазового предприятия от пласта до коммерческого узла учета (часть 1)

##### Раздел 3. Анализ результатов применения отдельных моделей

###### Темы лекций:

1. Использование интегрированной модели для решения производственных задач, для выполнения сценарных расчётов, для решения вспомогательных задач
2. Потенциальные эффекты интегрированного моделирования

###### Темы лабораторных занятий:

1. Моделирование технологических процессов и работы оборудования с учетом взаимосвязей элементов производственной цепочки нефтегазового предприятия от пласта до коммерческого узла учета (часть 2)

## Тематика курсового проекта

Тема курсового проекта общая для всех студентов: «Моделирование переходных процессов в газопроводах».

1. Теоретическая часть работы включает проработку следующих вопросов:

- 1) Понятие переходного процесса в газопроводе.
- 2) Причины (факторы) возникновения нестационарных процессов в газопроводе.

Проявление нестационарных процессов.

2. Практическое задание

а) В начале участка газопровода ( $d$  - внутренний диаметр;  $L$  - протяженность) давление составляет  $P_n$ , а в конце -  $P_k$ . В некоторый момент ( $t = 0$ ) времени давление в начале участка увеличивают до значения  $P_n^*$  и далее поддерживают его постоянным. Начавшийся в газопроводе переходный процесс заканчивается установлением нового стационарного режима. Определить время установления этого режима, понимая под ним интервал времени от начала процесса до момента, когда массовый расход газа в начале участка будет отличаться от массового расхода в конце участка не более чем на 1% от его нового значения.

б) Используя условие предыдущей задачи найти время установления стационарного режима на участке газопровода по данным из таблицы для своего варианта:  $D$ , мм,  $L$ , км,  $k$ , мм при повышении давления в начале участка с  $P_n 1$  до  $P_k 2$  МПа, если известно, что давление в конце этого участка остается неизменным и равным  $P_3$  МПа.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче

| № вар. | $D_n \times \delta$ , мм | $L$ , км | $Z_{ср.}$ | $R$ , Дж/(кг К) | $P_n$ , МПа | $P_k$ , МПа | $P_3$ , МПа | $k$ , мм | $T_{ср.}$ |
|--------|--------------------------|----------|-----------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------|
| 1      | $820 \times 8,5$         | 143      | 0,913     | 463,1           | 4,4         | 5,48        | 6,1         | 0,05     | 20        |
| 2      | $1020 \times 11,4$       | 125      | 0,903     | 478,2           | 4,35        | 5,53        | 6,2         | 0,03     | 18        |
| 3      | $720 \times 7,3$         | 140      | 0,881     | 455,71          | 5,49        | 7,5         | 8,2         | 0,05     | 17        |
| 4      | $820 \times 10$          | 115      | 0,9       | 485,71          | 6,01        | 7,57        | 8,2         | 0,03     | 20        |
| 5      | $1020 \times 12,9$       | 135      | 0,895     | 485,71          | 4,92        | 7,58        | 8,1         | 0,05     | 18        |
| 6      | $1220 \times 12$         | 141      | 0,9       | 489,71          | 5,25        | 7,57        | 8,2         | 0,03     | 17        |
| 7      | $1020 \times 11,4$       | 124      | 0,9       | 468             | 5,3         | 7,58        | 8,3         | 0,05     | 20        |
| 8      | $820 \times 10,6$        | 147      | 0,809     | 487             | 3,8         | 5,5         | 6,4         | 0,03     | 18        |
| 9      | $1020 \times 12,5$       | 143      | 0,888     | 485             | 5,18        | 7,45        | 8,1         | 0,05     | 17        |
| 10     | $1220 \times 12$         | 138      | 0,9       | 487             | 3,85        | 5,55        | 6,2         | 0,03     | 20        |
| 11     | $1020 \times 16$         | 136      | 0,899     | 487             | 5,18        | 7,45        | 8,3         | 0,05     | 18        |
| 12     | $1220 \times 13$         | 139      | 0,829     | 487             | 3,75        | 5,3         | 6,4         | 0,03     | 17        |
| 13     | $720 \times 8,7$         | 144      | 0,823     | 477             | 2,8         | 4,05        | 5,3         | 0,05     | 20        |
| 14     | $820 \times 11$          | 138      | 0,875     | 487             | 3,78        | 5,5         | 6,3         | 0,03     | 18        |

|    |               |     |        |     |      |      |      |      |    |
|----|---------------|-----|--------|-----|------|------|------|------|----|
| 15 | 1020<br>×15,5 | 134 | 0, 895 | 487 | 2,8  | 4,05 | 5,0  | 0,05 | 17 |
| 16 | 1220<br>×14   | 142 | 0, 889 | 467 | 5,0  | 7,55 | 8,3  | 0,03 | 20 |
| 17 | 1020<br>×8    | 138 | 0,901  | 488 | 3,9  | 5,54 | 6,4  | 0,05 | 18 |
| 18 | 820<br>×11,4  | 136 | 0, 875 | 487 | 5,0  | 7,5  | 8,3  | 0,03 | 17 |
| 19 | 1020<br>×12   | 139 | 0, 9   | 467 | 3,8  | 5,5  | 6,4  | 0,05 | 20 |
| 20 | 1220<br>×15   | 144 | 0, 9   | 488 | 3,0  | 4,05 | 5,1  | 0,03 | 18 |
| 21 | 820<br>×10,6  | 138 | 0, 829 | 468 | 3,55 | 5,3  | 6,4  | 0,05 | 17 |
| 22 | 820<br>×11    | 140 | 0, 819 | 477 | 6,8  | 9,8  | 10,7 | 0,03 | 20 |
| 23 | 1020<br>×12,9 | 115 | 0, 809 | 487 | 5,0  | 7,55 | 8,3  | 0,05 | 18 |
| 24 | 1220<br>×12   | 135 | 0, 828 | 477 | 5,1  | 7,4  | 8,3  | 0,03 | 17 |
| 25 | 1020<br>×11,4 | 141 | 0, 819 | 477 | 3,8  | 5,5  |      | 0,05 | 20 |

в) Привести математическое решение задачи: начальные, краевые условия.

г) Представьте в Mathcad график отклонения давления в сечении  $x$  газопровода в момент времени  $t$  от значения в новом стационарном режиме  $\Phi(x, t)$ .

Выбор варианта для выполнения курсового проекта осуществляется в соответствии с номером студента в списке группы и таблицей 1.

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Выполнение курсового проекта.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Апасов Р.Т., Чамеев И.Л., Варавва А.И., Верниковская О.С., Ильясов А.Р., Вирт В.И. Интегрированное моделирование – инструмент повышения качества проектных решений для разработки нефтяных оторочек многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений // ООО «Газпромнефть НТЦ». 2018. - Режим доступа: <https://ntc.gazprom-neft.ru/research-and-development/papers/42756/> (дата обращения: 20.05.2019)
2. Иваненко Б.П. Нейросетевое имитационное моделирование нефтяных месторождений и гидрогеологических объектов: монография / Б.П. Иваненко. — Томск: ТГУ, 2014. — 188 с. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68262> (дата обращения: 20.05.2019)



3. Управление запасами в цепях поставок / под общ. ред. проф. В.С. Лукинского. – Часть 2. – 2020. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Режим доступа: <https://urait.ru/viewer/upravlenie-zapasami-v-ceryah-postavok-v-2-ch-chast-2-452155#page/1> (дата обращения: 20.05.2020)
4. Оптимизация добычи: от продуктивного пласта до пункта подготовки нефти и газа // Э. Барбер, М. Е. Шиппен, С. Баруа и др. / Нефтегазовое обозрение. — 2008. — Т. 19. — № 4. — С. 22–37.
5. Маргелов Д. В. Месторождение на ладони — инновационный взгляд на перспективу интеллектуальных месторождений // Инженерная практика. — 2010. — № 9. — С.43–46.
6. Власов А.И., Андреев К.В., Поплыгин В. В. Потенциальные возможности создания интеллектуальных месторождений в Группе компаний «ЛУКОЙЛ»// Газовая промышленность. — 2014. — № 7. — С. 43–45.
7. Инженерное программное обеспечение // Материалы презентации компании Petroleum Experts. — Режим доступа: <http://itps.com/uploads/files/Petex/20IPM/20Brochure/20RUS.pdf> (дата обращения:)
8. Березина А.А., Череповицын А. Е. Экономическая концепция нефтегазового «интеллектуального» месторождения // Нефтяное хозяйство. — 2014. — № 14. — С.14–15.
9. Еремени Н. А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений нефти и газа: в 2 кн. Кн. 1. — М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2011.
10. Интегрированная модель для комплексного управления разработкой и обустройством месторождений» Р. Р. Исмагилов, М. М. Хасанов, Ю. В. Максимов [и др.] // Нефтяное хозяйство — 2014. — № 12. — С. 74–76.

#### **Дополнительная литература**

1. Основные этапы построения компьютерной модели породной толщи / М.А. Журавков, О.Л. Коновалов, А.В. Круподеров, С.С. Хвесеня // Известия вузов. Горный журнал. - № 4. – 2014. – С. 75-81. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/139162/#1> (дата обращения: 20.05.2019)
2. Гришагин А.В. О проблемах интеграции системы пласт — скважина — обустройство — экономика на примере проекта разработки Западно-Коммунарского нефтяного месторождения // Научно-технический вестник ОАО «НК «РОСНЕФТЬ». — 2009. — № 1. — С. 30–35.

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

1. Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):
2. Roxar. Технологии. Интегрированное моделирование. – Режим доступа: <http://roxar.ru/tech/integratingmodeling/>

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

Zoom Zoom; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings\$; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Document Foundation LibreOffice; Mozilla Firefox ESR.

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

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений  | Наименование оборудования  |
|----|---|--|
| 1. | Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 5, 305 | Компьютер - 1 шт.,<br>мультимедийное оборудование – 1 шт.<br>Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест |


Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело», специализация подготовки «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | Подпись   | ФИО          |
|-----------|---|--------------|
| Доцент    |  | О.В. Брусник |

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения нефтегазового дела (протокол от «25» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2019 г. № 15).

Руководитель выпускающего отделения  
нефтегазового дела, д.г.-м.н., профессор

 /И.А. Мельник/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                         | Обсуждено на заседании<br>Отделения нефтегазового<br>дела (протокол) |
|-----------------------------|---|--|
| 2019/2020<br>учебный<br>год | Изменён список литературы в рабочей программе | Протокол заседания<br>ОНД ИШПР<br>№ 25 от 26.06.2020<br>г.           |
|                             |   |  |
|                             |   |  |
|                             |   |  |
|                             |   |  |