**Программа учебной дисциплины (НИС)**

**«Процессно-ориентированные системы»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор | Ломазова И.А., д.ф.-м.н., профессор |
| Число кредитов | 3 |
| Контактная работа (час.) | 50 |
| Самостоятельная работа (час.) | 64 |
| Курс | 3-4 |
| Формат изучения дисциплины | без обязательного использования онлайн-курса(-ов) |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Семинар «Процессно-ориентированные системы» относится к пулу научно-исследовательских семинаров (НИС), из которого студенты ***3-го и 4-го курсов*** департамента программной инженерии (бакалавриат) по желанию выбирают отвечающие их интересам семинары. После того, как выбор сделан, участие студента в выбранном семинаре является обязательным.

Целью освоения дисциплины НИС «Процессно-ориентированные системы» является формирование у студентов теоретических знаний в области моделирования, анализа и совершенствования процессно-ориентированных информационных систем и практических навыков анализа поведенческих свойств таких систем, которые могут быть применены в ходе решения задач создания надежного программного обеспечения. Также студенты получат опыт ведения самостоятельного научного исследования, представления результатов своей работы на научном семинаре, участия в научных дискуссиях.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

* основные подходы, использующиеся при моделировании и анализе процессов;
* назначение тех или иных методов анализа информационных систем и область применения;

**уметь:**

* проводить аналогии между формальными моделями;
* применять подходящие методы моделирования информационных систем для анализа их поведения;

**владеть:**

* навыками анализа моделей бизнес-процессов, представленных на языках высокого уровня, с точки зрения формальных моделей, лежащих в их основе;
* навыками ведения самостоятельных исследований;
* навыками публичного выступления с научными докладами;

**освоить следующие компетенции:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компетенция | Код по ФГОС/НИУ | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| Способен применять основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой при решении научно-исследовательских задач; | ИК-1 | Распознает типовую задачу, использует соответствующий математический аппарат для ее решения | Решение и разбор задач моделирования и анализа процессов с использованием некоторых теоретических подходов |
| Способен обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности | ИК-4 | Использует методы проверки корректности принимаемых процессно-ориентированных проектных решений | Решение и разбор задач по анализу поведения сложных информационных систем |
| Способен готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях | ИК-5 | Владеет навыками преставления результатов работы (включая обзор научной литературы) в виде презентаций | Презентация результатов анализа литературы, а также результатов исследований в виде докладов на семинаре |
| Способен выявлять  научную сущность проблем в профессиональной области. | СК-Б3 | Применяет формальные методы анализа поведения и проектирования процессно-ориентированных информационных систем на практике | Обсуждение формализации некоторых задач проектирования информационных систем |
| Способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать ин- формацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода) | СК-Б6 | Способен находить информацию по заданной тематике, а также использовать ее для решения конкретных научных и прикладных задач | Презентация анализа литературы по заданной проблеме в виде доклада |

Обязательного предварительного похождения каких-либо дисциплин не требуется, достаточными являются знания, полученные студентами за первые два года обучения в бакалавриате.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (СЕМИНАРА)**

Тематика конкретных заседаний семинара определяется в рабочем порядке в зависимости от возможности пригласить докладчиков. Большая часть заседаний семинара отводится на представление докладов студентами.

Семинар проводится в течение первых трех модулей. Объем аудиторных занятий с разбивкой по модулям: 12+16+22. Самостоятельная работа студентов (64 часа) включает чтение дополнительной литературы, подготовку докладов и презентаций.

В течение *первого* модуля предполагается ознакомление студентов с основными методами и подходами моделирования, анализа и усовершенствования процессно-оринетированных систем с применением технологий process mining (извлечение процессов). Извлечение процессов решает задачу синтеза реальной модели процесса по журналам событий, которые содержат историю поведения информационной системы. Темы занятий первого модуля следующие:

1. Моделирование процессно-ориентированных информационных систем. Сети Петри, сети потоков работ. Поведение сети потоков работ. Понятие бездефектности сети потоков работ (soundness).
2. Основные задачи process mining: синтез (disovery), проверка соответствия (conformance checking) и усовершенствование (enhancement) моделей процессов. Алгоритмы синтеза моделей процессов по журналам событий. Альфа-алгоритм. Индуктивный алгоритм. Алгоритм, основанный на теории регионов. Программные средства ProM, Celonis и Disco.
3. Методы проверки соответствия и усовершенствования моделей процессов. Критерии качества моделей процессов. Алгоритм проигрывания (replay) журнала событий на модели процесса. Построение выравниваний (alignments) между журналом событий и моделью процесса. Оценка точности (precision) модели процесса.

Основу работы семинара во *втором* и *третьем* модуле составляют разбор и решение практических задач в области Process Mining, а именно, задач ежегодного международного конкурса по анализу реальных журналов событий Business Process Intelligence Challenge, BPIC (<http://www.win.tue.nl/bpi/doku.php?id=2017:challenge>).

Конкурс *BPIC* проводится с 2011 года в рамках Международного семинара по анализу бизнес-процессов (*International Workshop on Business Process Intelligence*). Бизнес-компании предоставляют в качестве конкурсного задания реальные анонимизированные логи и вопросы, на которые они хотят получить ответы. Решения подаются в виде исследовательских статей с ответами на поставленные вопросы, рекомендациями по улучшению бизнес-процессов и их обоснованием. Архив лучших решений за предыдущие годы выложен на сайте конкурса и общедоступен. Эти решения являются отличными case studies для овладения методами анализа процессов по журналам событий и применения результатов самых последних исследований в этой области.

Студенты разбиваются на группы по 3-4 человека, и каждая группа готовит доклад по одному из решений конкурса. Важным условием при этом является то, что студенты должны не просто разобрать и пересказать решение, но и повторить все описанные в решении преобразования данных, а также численные эксперименты. Для этого студенты используют имеющиеся программные продукты, а также разрабатывают собственные программные приложения для обработки данных.

В третьем модуле, когда появляется новое задание конкурса, студенты могут организовать группу для участия в конкурсе, и несколько семинаров посвящается обсуждению этого задания и подходов к его решению. Решение конкурсного задания должно использовать самые последние результаты и достижения исследований в области Process mining. Поэтому в программу семинара входят реферативные доклады по материалам новых публикаций в этой области, а также приглашенные доклады исследователей.

1. **ОЦЕНИВАНИЕ**

Оценка работы студентов выполняется по 10-балльной шкале:

Текущий контроль знаний по НИС осуществляется путем оценки докладов, презентаций и активности в обсуждениях.

Итоговый контроль знаний (третий модуль) осуществляется по результатам работы студента на семинаре в течение года. При необходимости проводится собеседование по теме семинара.

Оценка, полученная за итоговый экзамен, проводимый в форме собеседования, должна соответствовать степени усвоения обсуждённых тем, степени владения терминологией и методами исследования, умению представить результаты своего исследования в виде доклада и/или сделать реферативный доклад по современной научной проблеме.

Дополнительные баллы даются за активное участие в подготовке решения для нового конкурса *BPI Challenge*.

Итоговая оценка Орезульт складывается из следующих показателей:

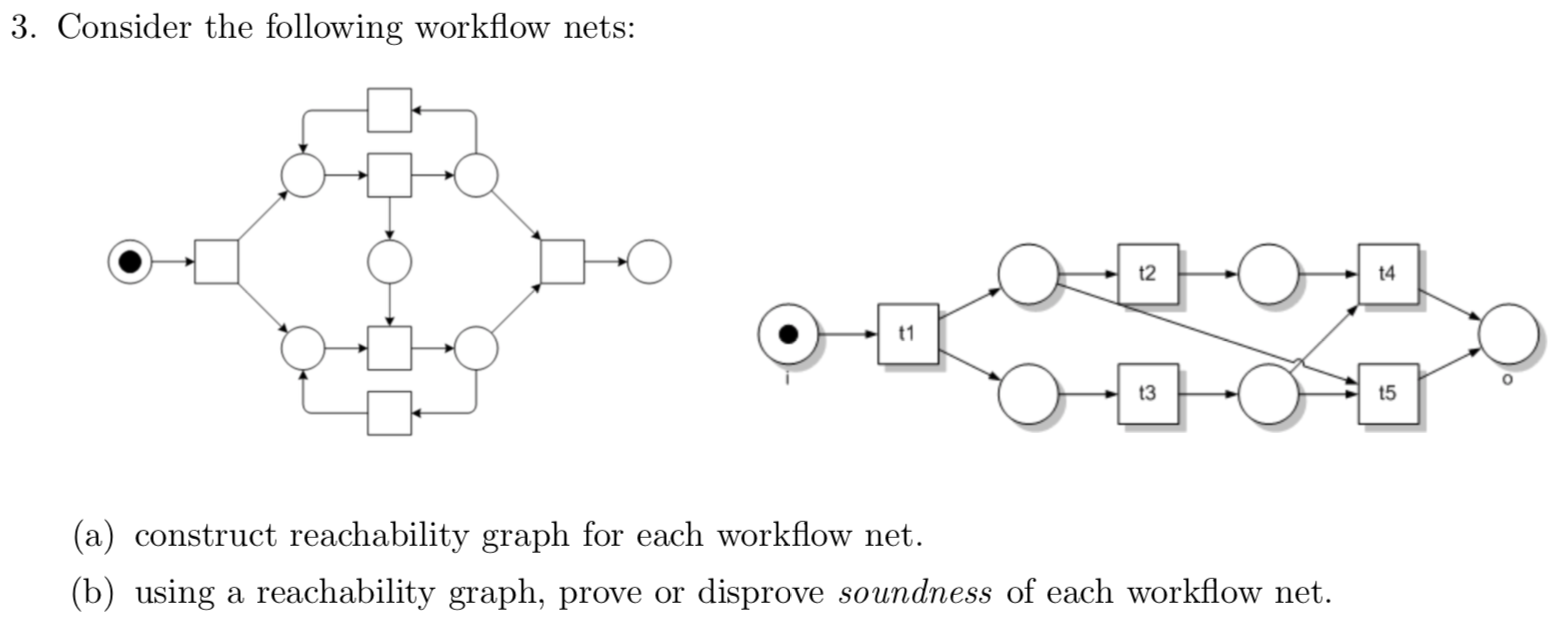
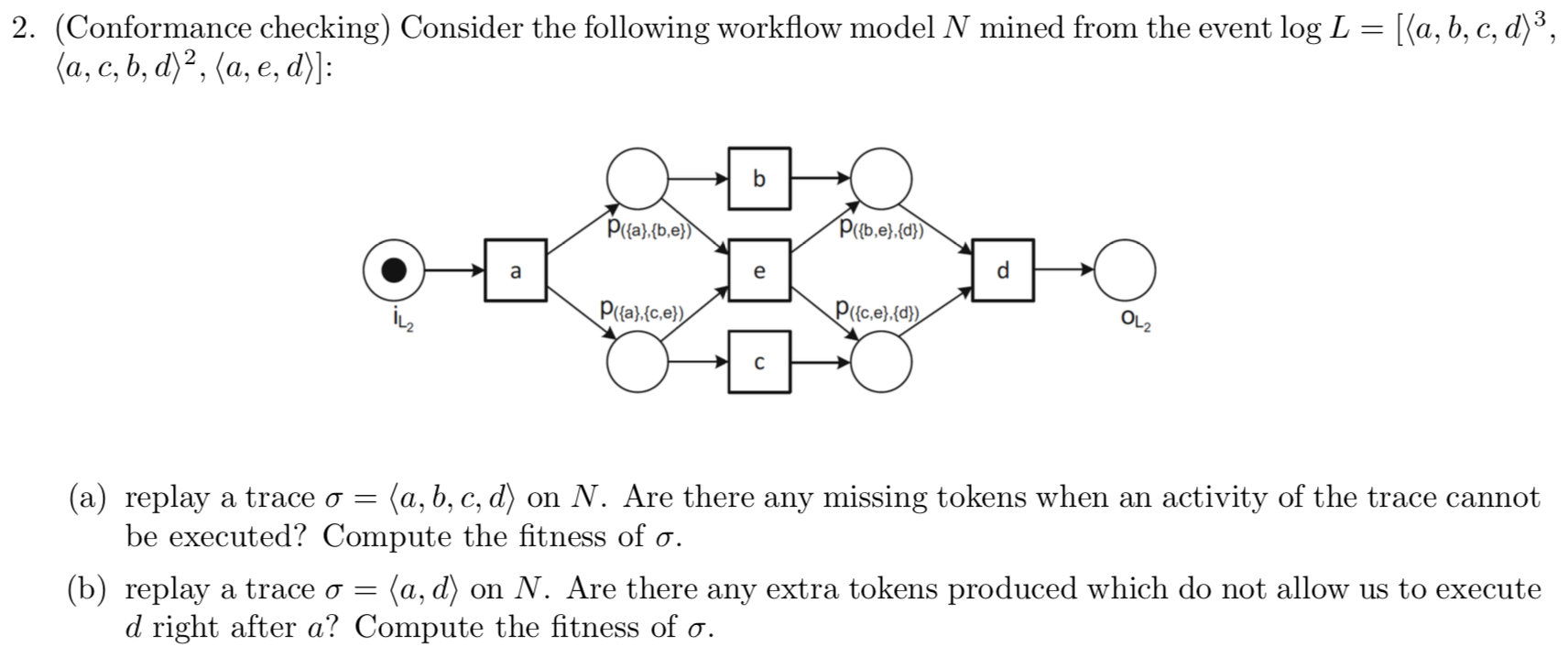
* *накопленная оценка* Онакоп*-* учет посещаемости и активности студентов;
* *итоговый контроль* Оитог - оценка за доклад или собеседование.

Итоговая оценка Орезульт определяется по следующей формуле:

Орезульт = 0,5 ∙ Онакоп + 0,5 ∙ Оитог.

1. **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

# Текущий контроль знаний по НИС складывается из:

1. Оценки заданий по тематике вводных занятий первого модуля (примеры ниже):
2. Оценки дополнительных докладов и презентаций студентов, посещаемости и активности в обсуждениях.

Итоговый контроль знаний по дисциплине предусматривает оценку докладов студентов по выбранным решениям конкурса BPI Challenge. В том случае, если по какой-то причине студент не делал доклад, итоговый контроль проводится в форме собеседования по тематике семинара и включает следующие вопросы:

1. Примеры процессно-ориентированные систем: WFM, BPM, ERP, CRM.
2. Формальные (исполняемые) модели процессно-ориентированных информационных систем. Сети Петри. Сети потоков работ.
3. Разметка сети Петри. Поведение сети Петри. Правило срабатывания переходов.
4. Тупик. Активный тупик. Бездефектность (soundness) сети потоков работ.
5. Синтез моделей процессов по журналам событий. Альфа-алгоритм. Индуктивный алгоритм. Алгоритм, основанный на теории регионов.
6. Проверка сооответствия (conformance checking). Четыре метрики качества моделей процессов, синтезированных по журналам событий: соответствие (fitness), точность (precision), обобщаемость (generalization).
7. Алгоритм проигрывания (replay) журнала событий на синтезированной модели. Алгоритм построения выравниваний (alignments) между журналом событий и моделью.
8. **РЕСУРСЫ**
   1. **Основная литература**
   2. Reisig, Wolfgang. Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies / Wolfgang Reisig. – Springer-Verlag, 2013. – URL: [https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-33278-4](https://link.springer.com/book/10.1007%252F978-3-642-33278-4) – ЭБС Springer eBooks (Complete Collection 2013).
   3. Van der Aalst, Wil. Process Mining: Data Science in Action / Wil van der Aalst. – Springer-Verlag, 2016. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-49851-4> – ЭБС Springer eBooks (Complete Collection 2016).
   4. Van der Aalst, W. Workflow Management: Models, Methods, and Systems / Wil van der Aalst, Kees van Hee. – The MIT Press, 2002. – URL: <https://library.books24x7.com/toc.aspx?bookid=7954> – ЭБС Books 24x7 Business Pro Collection.
   5. **Дополнительная литература**
9. Fokkink, Wan. Modelling Distributed Systems / Wan Fokkink. – Springer-Verlag, 2007. – URL: [https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-540-73938-8](https://link.springer.com/book/10.1007%252F978-3-540-73938-8) – ЭБС Springer eBooks (Complete Collection 2007).
10. Jensen, Kurt. Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems / Kurt Jensen, Lars M. Kristensen. – Springer-Verlag, 2009. – URL: [https://link.springer.com/book/10.1007%2Fb95112](https://link.springer.com/book/10.1007%252Fb95112) – ЭБС Springer eBooks (Complete Collection 2009).
11. Schneider, Klaus. Verification of Reactive Systems / Klaus Schneider. – Springer-Verlag, 2004.
12. Girault, Claude. Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modeling, Verification, and Applications / Claude Girault, Rüdiger Valk. – Springer-Verlag, 2003.
    1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | ProM – свободно распространяемое ПО для синтеза моделей процессов по журналам событий | [*http://www.promtools.org/doku.php*](http://www.promtools.org/doku.php) |
| 2. | Disco – инструмент для работы с журналами событий (построение карты процесса - process map) | [*https://fluxicon.com/disco/*](https://fluxicon.com/disco/) *(бесплатная версия ограничена, но при указании студенческого почтового адреса предоставляется неогранченная лицензия для некоммерческого (академического) использования)* |
| 3. | Celonis – инструмент ситнтеза моделей процессов по журналам событий | [*https://www.celonis.com/solutions/*](https://www.celonis.com/solutions/) *(бесплатная версия имеет ограничения в использовании, по запросу через контактную форму выдается* [*https://www.celonis.com/contact-sales/*](https://www.celonis.com/contact-sales/) *специальная академическая лицензия)* |

* 1. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы,**  **интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|  | ***Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*** | |
| 1. | Электронно-библиотечная система Юрайт | URL: https://biblio-online.ru/ |
|  | ***Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)*** | |
| 1. | Открытое образование | URL: https://openedu.ru/ |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для занятий по НИС обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций и презентаций, соответствующих программе дисциплины в составе:

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.