

УДК 004.89

DOI 10.25559/SITITO.2017.4.395

Афраимович Л.Г., Коротченко А.Г., Прилуцкий М.Х., Старостин Н.В.

Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород, Россия

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ»**Аннотация**

Обсуждается процесс проведения занятий по дисциплине «Информационные технологии в области принятия решений» с магистрами по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», направленности образовательной программы «Прикладная информатика в области принятия решений» с целью выработки у слушателей компетенций в области научно-исследовательской, организационно-управленческой, аналитической, проектной деятельности, а также в сфере разработки, реализации и сопровождения информационных систем в производственно-технологической деятельности.

Ключевые слова

Блок ИТ-дисциплин; индивидуальный исследовательский проект; групповой исследовательский проект; наукоемкий программный продукт.

Afraimovich L.G., Korotchenko A.G., Prilutskii M.Kh.¹, Starostin N.V.

Lobachevski Nizhny Novgorod State University, N. Novgorod, Russia

SPECIAL SEMINAR «INFORMATION TECHNOLOGY DECISION SUPPORT»**Abstract**

We are discussing conducting classes on the discipline "Information technologies in the field of decision-making" with the masters of the educational program "Applied Informatics in the field of decision-making", 09.04.03 "Applied Informatics" in order to gain competencies in the field of research, organizational, managerial, analytical, project activities, as well as in the development, implementation and maintenance of information systems in industrial and technological activities.

Keywords

Block of IT disciplines; individual research project; group research project; knowledge-intensive software product.

Введение

Кафедра «Информатики и автоматизации научных исследований» Института информационных технологий, математики и механики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского является выпускающей для магистров по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», направленности образовательной программы «Прикладная информатика в области принятия решений». Сотрудниками кафедры читается 20 общих и специальных курсов, из которых выделен блок дисциплин, нацеленный на выработку у слушателей компетенций в области научно-исследовательской, организационно-

управленческой, аналитической, проектной деятельности, а также в сфере разработки, реализации и сопровождения информационных систем в производственно-технологической деятельности.

Своеобразным «стержнем» блока ИТ-дисциплин является дисциплина «Информационные технологии в области принятия решений». Данная дисциплина является обязательной в базовой части учебного плана, она преподается в первых трех семестрах и фиксируется на достижении следующих целей. Во-первых, это определение потенциала поступивших в магистратуру студентов – достаточно большая часть студентов получали базовое образование на других программных подготовки, в других вузах, имеются

иностранные слушатели. В первом семестре фактически решается задача «подтягивания» фундаментальных знаний и умений магистрантов в математическом спектре учебного плана бакалавриата соответствующего направления. Обучение происходит в первом семестре в режиме индивидуальных исследовательских проектов. Вторая цель дисциплины нацелена на подготовку магистров к самостоятельной деятельности в области НИР и ОКР. Для достижения этой цели во втором и третьем семестре магистрантам предлагается участвовать в реализации групповых исследовательских проектов.

Формат проектов магистрантов максимально приближается к НИР во втором семестре и ОКР в третьем семестре обучения. При этом тематика работ выбирается исходя из научных интересов кафедры, которые, как правило, тесно связаны с НИОКР, проводимых кафедрой в рамках хозяйственных договоров и грантов. При соответствующей организации процесса обучения нередко удается достичь третьей важной цели дисциплины – зондирование научной направленности, потенциальных тем и практических работ. Последней немаловажной целью является выявление магистров, способных к продолжению учебы в аспирантуре ННГУ.

Таким образом, общая схема преподавания дисциплины выглядит следующим образом. Длительность составляет первые 3 семестра обучения:

- первый семестр – индивидуальный исследовательский проект;
- второй семестр – групповой исследовательский проект;
- третий семестр – командная разработка наукоемкого программного продукта.

Научным руководителем проекта является сотрудник кафедры. Тематика проекта связана с научной/хоздоговорной работой кафедры [1-7]. Форма отчетности: первый семестр – зачет; второй и третий семестры – экзамен. Рассмотрим подробнее составляющие дисциплины.

Индивидуальный исследовательский проект (1 семестр)

Целью данной части дисциплины является получение опыта применения научных знаний при разработке алгоритмов решения сложных задач. Данный компонент включается в себя 4 часа контактной работы в неделю. Лекции посвящены математической постановке задач, исследованию задач, обсуждению подходов к решению, постановке исследовательской задачи

– это составляет порядка трети от объема контактной работы в семестре. Лабораторные работы посвящены программной реализации. Эта позиция занимает две трети от объема контактной работы в семестре. Общее число задач в семестре – 5. Формат отчетности: программная реализация и научный отчет.

Задача 1.

$L = 12, n = 10$, длины заготовок: 4 4 3 1 3 4 2 4 2 2

...

Задача 10.

$L = 249, n = 1000$, длины заготовок: 80 140 145 38 38 98 55 53 55 55 119 48 48 142 40 40 137 40 40 92 92 122 118 126 46 135 43 121 45 45 82 80 80 98 141 101 116 83 58 58 139 39 38 60 60 111 51 51 137 80 116 116 142 40 40 140 39 39 142 39 39 91 98 60 151 95 103 53 53 98 69 58 154 35 35 145 37 37 111 111 102 53 130 41 41 147 147 117 46 46 92 154 154 141 141 138 40 40 117 117 105 53 53 95 146 80 118 102 53 53 92 59 141 141 75 75 96 57 57 74 65 65 145 38 38 77 62 62 108 53 53 114 114 79 148 118 49 140 140 40 146 146 122 46 46 95 58 58 118 48 145 37 37 81 82 62 102 55 55 75 64 134 113 104 52 52 117 49 49 95 95 152 36 36 98 58 58 122 93 133 90 145 38 38 147 147 117 117 146 37 37 105 125 113 100 101 101 125 45 45 68 57 57 134 42 42 98 53 53 91 145 37 37 144 144 108 51 51 140 39 108 50 124 124 118 48 48 82 82 96 60 79 79 87 60 60 139 40 40 104 51 51 148 35 35 152 83 112 105 136 86 61 61 118 49 49 130 130 74 61 61 109 49 49 93 93 102 102 142 142 76 125 134 42 42 118 47 47 127 44 44 161 97 116 48 48 75 64 64 95 55 55 146 61 145 36 36 84 135 133 133 86 58 135 41 41 82 60 60 116 40 40 141 141 135 40 40 75 75 95 55 55 138 105 93 93 89 59 59 79 63 63 140 97 120 47 47 127 45 45 141 39 39 112 51 51 152 152 150 36 96 96 58 105 104 123 45 45 44 38 38 98 122 140 39 97 56 56 78 170 121 47 47 158 71 111 51 51 140 39 98 146 130 98 102 102 123 45 45 134 42 42 134 41 41 125 117 121 47 47 102 53 53 144 38 93 140 98 133 133 43 43 136 42 42 88 88 126 45 45 145 36 36 78 63 63 101 101 60 60 80 80 129 45 45 132 42 42 118 48 48 77 77 116 49 49 110 107 107 155 35 35 120 120 137 41 41 93 55 55 138 40 40 88 97 57 129 44 44 114 37 37 79 79 132 132 115 125 148 148 131 42 42 111 49 49 127 43 43 118 80 59 59 143 38 38 153 35 35 93 121 134 42 42 110 51 51 150 80 111 111 124 134 134 154 154 119 47 47 82 157 87 135 91 115 84 154 79 64 64 135 41 41 117 46 46 141 38 38 149 95 125 46 46 126 40 40 151 35 35 149 38 38 97 57 96 54 54 100 126 134 41 41 139 139 150 35 35 94 55 55 153 95 98 58 91 91 143 143 38 93 57 57 120 45 45 122 122 154 79 121 51 128 43 43 102 53 53 75 62 62 116 57 136 40 40 129 41 129 40 40 129 41 140 38 136 97 131 84 132 102 102 53 53 149 36 36 116 47 47 150 37 37 119 46 46 105 52 52 133 43 43 149 85 85 59 59 142 39 39 99 56 56 101 53 53 147 99 145 145 111 111 148 79 91 57 57 100 54 54 156 156 155 35 35 146 26 26 151 35 35 103 51 51 145 36 36 132 42 42 120 115 97 151 129 99 75 61 61 67 59 59 145 37 37 134 134 92 164 108 61 51 97 55 55 155 35 35 141 141 77 77 116 49 49 133 133 146 36 36 99 99 115 75 150 155 34 134 98 150 153 99 109 51 51 92 92 131 42 128 42 42 142 38 38 74 74 98 54 54 98 57 57 81 60 60 132 42 42 99 54 54 75 63 63 84 57 57 145 145 91 58 58 93 155 131 131 120 98 126 44 44 135 125 100 56 56 149 36 36 83 83 145 39 39 113 113 119 49 49 103 103 147 38 38 94 57 57 119 46 46 93 93 127 44 44 96 116 129 112 143 143 125 45 45 154 154 99 54 119 119 105 105 145 38 38 80 80 97 135 143 96 131 44 44 123 123 94 131 123 46 46 84 61 61 142 38 38 87 147 153 34 134 98 80 59 59 151 35 140 40 40 129 44 44 125 46 46 133 43 43 87 60 60 104 54 54 124 44 44 86 59 59 137 41 41 116 116 104 131 86 58 142 80 93 57 57 124 124 97 56 56 122 46 46 141 141 145 38 103 55 55 110 98 76 76 66 61 61 64 61 152 152 116 116 124 124 150 35 35 110 139 127 127 152 34

Рисунок 1. Пример типового задания в индивидуальном проекте

На Рисунке 1 представлен пример типового задания магистранту в индивидуальном проекте. На Рисунке 2 представлен пример вычислительного эксперимента из научного отчета магистранта.

Результаты:

	Нижняя граница	Стратегия упорядочивания	Отклонение, %	Стратегия инвертирования с конца	Отклонение, %
task_1_01_n10.txt	4	5	-20	5	-20
task_1_02_n10.txt	4	5	-20	4	0
task_1_03_n100.txt	28	30	-6,7	29	-3,4
task_1_04_n101.txt	28	30	-6,7	30	-6,7
task_1_05_n101.txt	28	30	-6,7	30	-6,7
task_1_06_n1002.txt	341	352	-3,1	352	-3,1
task_1_07_n1001.txt	346	357	-3,1	357	-3,1
task_1_08_n1001.txt	342	353	-3,1	353	-3,1
task_1_09_n1000.txt	343	354	-3,1	354	-3,1
task_1_10_n1000.txt	341	352	-3,1	352	-3,1
Среднее отклонение, %			-7,56		-5,23

	Нижняя граница	Стратегия инвертирования в середине	Отклонение, %
task_1_01_n10.txt	4	4	0
task_1_02_n10.txt	4	5	-20
task_1_03_n100.txt	28	29	-3,4
task_1_04_n101.txt	28	30	-6,7
task_1_05_n101.txt	28	30	-6,7
task_1_06_n1002.txt	341	347	-1,7
task_1_07_n1001.txt	346	351	-1,4
task_1_08_n1001.txt	342	347	-1,4
task_1_09_n1000.txt	343	348	-1,4
task_1_10_n1000.txt	341	346	-1,4
Среднее отклонение, %			-4,41

Рисунок 2. Пример вычислительного эксперимента из научного отчета магистранта

Важно отметить, что в рамках индивидуальных проектов, обучающиеся на примере решения «стандартных задач» «стандартными методами» получают компетенции в области анализа и оптимизации прикладных и информационных процессов. Получают навыки: формализации прикладной области – построение математической модели, постановка оптимизационной задачи принятия решений; эффективного выбора метода решения, а также его реализации; организации и проведения вычислительных экспериментов, а также анализа полученных данных.

Групповой исследовательский проект (2 семестр)

Второй семестр преподавания дисциплины «Информационные технологии в области принятия решений» ориентирован на получения опыта групповой исследовательской работы при анализе алгоритмов решения сложных прикладных задач. Магистранты распределяются по группам (командам) – в каждой группе по 5-6 человек. Каждую группу курирует научный руководитель из сотрудников кафедры. Общий объём контактной работы в рамках данного компонента составляет 4 часа в неделю и включает в себя следующие формы проведения занятий. Во-первых, лекции, семинары и мастер-классы, необходимые для повышения компетенция по тематике проекта. В качестве лектора, как правило, выступает научный руководитель, но по отдельным узко ориентированным темам может приглашаться соответствующий специалист. Во-вторых, организуются на регулярной основе рабочие встречи с командой. В рамках рабочих встреч обсуждаются практические вопросы, связанные с разработкой общего подхода, планированием проекта, распределением задач, обсуждением текущего статуса проекта. В-третьих, индивидуальные рабочие встречи, которые главным образом ориентированы на обсуждение результатов исследования, на определение возможных направлений исследования. Две последние активности связаны с научным

руководителем.

Структура занятий выглядит следующим образом. Лекции и семинары занимают примерно 20% времени – их задачи связаны с повышением компетенций по тематике проекта и проектному управлению. Лабораторные работы также занимают примерно 20% времени. Их цель – привить навыки работы с необходимым инструментарием: системы контроля версий, системы отслеживания ошибок, инструменты проектного управления, программная документация. Мастер-классы занимают также около 20% времени, и их задача продемонстрировать хорошие практики выполнения работ на этапах: концептуализации, прототипирования, анализа требований, высокоуровневого и детального проектирования, кодирования (например, автогенерация кода для парсеров), тестирования (подготовка тестовой инфраструктуры, unit-тестирование). Мониторинг и консультации занимают порядка 30% времени и направлены на выбор/синтез методологии управления проектом, планирование проекта/итераций, распределение ролей/задач, сдачу/приемку релизов, оптимизацию процесса и д.р. Элемент структуры «Отчетность» занимает около 10% времени и предполагает демонстрацию и сдачу следующих артефактов: документации по проекту, программную документацию, исходные коды и исполняемые файлы, презентацию продукта.

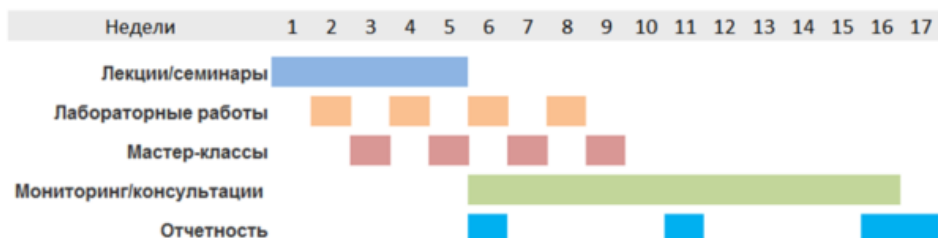


Рисунок 3. Типовая структура занятий

В качестве примера приведем типовые темы занятий.

Лекция 1 и 2. Введение в предметную область. Проблемы. Цели. Место и задачи программного продукта. Требования. Самостоятельная работа. Концепция.

Лекция и лабораторная работа. Инструментарий командной разработки. Система контроля версий. Самостоятельная работа. Совместный репозиторий.

Лекция и мастер-класс. Концептуализация. Создание прототипа. Индивидуальная работа. Создать собственную версию прототипа и концепции, положить в репозиторий. Коллективное решение. Выбор концепции.

Семинар и лабораторная работа. Методологии управления проектом. Системы управления проектом. Коллективное решение. Выбор концепции выбор/синтез методологии управления проектом. Роли.

Лекция и мастер-класс. Техническое задание. График работ. Анализ требований. Самостоятельная работа. Разработка ТЗ, перечня задач, графика работ, руководство пользователя.

Лабораторная работа. Система отслеживания ошибок. Мониторинг: ТЗ, задачи, график, релизы, руководство пользователя. Методология разработки. Роли.

Мастер-класс и консультации. Структура

продукта и детальное проектирование. Самостоятельная работа. Каркас программного продукта, детализация архитектуры.

Лабораторная работа. Документирование, программная документация. Утверждение документов: руководство пользователя, функционал первого релиза, задачи первой итерации, исполнители.

Мастер-класс. Тестирование: модульное, интеграционное, приемочное. Мониторинг: архитектурные артефакты, элементы автоматизированного тестирования.

Мастер-класс. Файловые форматы и автоматизированные средства создания программных средств поддержки форматов.

Приемочных испытания релизов.

Презентация продукта на семинаре кафедры (20 минут).

Из выше перечисленных типовых тем занятий видно, что во втором семестре научный руководитель помимо преподавательской деятельности фактически выполняют функции менеджера проекта. В круг его вопросов входит планирование проекта, формулировка содержания проекта, выделение лидера и формирование рабочей командой, выбор и настройка процесса, управление и контроль ресурсами проекта, контроль сроков выполнения работ, координацию работ членов команды, контроль качества артефактов и результатов проекта, эмуляцию или организацию работ с заказчиками, отслеживание рисков проекта и реагирование на них, мониторинг работы членов команды и принятие оперативных решений. С точки зрения целей курса важно не столько в рамках командной работы получить программный продукт, но привить управленческие компетенции. В силу этого важно, чтобы научный руководитель/менеджер проекта выступал как наставник группы и доводил до команды логику всех управленческих решений, которые в идеале должны синтезироваться в процессе обсуждения с членами команды. Выделение лидера в команде и частичная передача ему полномочий в процессе работы над проектом позволяет руководителю оперативно получать «обратную связь» и эффективно выявлять и устранять «пробелы» в полученных знаниях и умениях как отдельно взятого студента, так и всей команды в целом.

В качестве типовых ролей в проекте предлагаются:

администратор проекта – управляет системой контроля версий/трекинга задач, осуществляет контроль кода;

проектировщик – отвечает за

высокоуровневый дизайн программной системы; контролирует тактические архитектурные решения членов команды;

разработчик тестовой системы – формирует и управляет системой тестирования, отвечает за разработку подсистемы автоматизированного сравнения стратегий/алгоритмов;

разработчик визуализатора – отвечает за подсистему визуализации работы алгоритма;

аналитик/технический писатель – выполняет анализ требований и контролирует подготовку технической документации;

исследователь – осуществляет исследование алгоритмов решения, контролирует выполнение стратегий/алгоритмов.

В зависимости от выполняемой работы и состава участников команды пакет распределяемых ролей может меняться, выполняемые функции в рамках ролей могут распределяться. В качестве отчетных позиций по данному компоненту магистранты готовят и представляют программную реализацию, научно-исследовательский отчет и выступление на семинаре кафедры. Успехи каждого слушателя оцениваются по интегральному показателю, который формируется из оценок по следующим позициям:

- качество выполненного обзора литературы;
- краткий отчет по изучению существующих подходов к решению;
- анализ сложности задачи;
- разработка (вариативного) подхода к решению задачи;
- исследование возможных алгоритмов решения;
- выбор тестового базиса;
- реализация алгоритма/стратегии решения;
- проведение вычислительных экспериментов;
- выполнение функций в рамках роли проекта;
- использование современных средств разработки;
- техническая документация по созданным подсистемам;
- научный отчет о проведенных исследованиях.

Отдельной позицией оцениваются техническое задание по проекту, общий отчет по НИР проекта, программная документация (руководство пользователя, руководство программиста), презентация проекта и выступление на семинаре кафедры. Итоговая оценка выставляется индивидуально каждому участнику с учетом всех обозначенных позиций.

Командная разработка наукоемкого программного продукта (3 семестр)

В третьем семестре дисциплина «Информационные технологии в области принятия решений» ориентирована на получение опыта в командной работе в рамках ОКР. Главным отличием от предыдущего семестра является соотношение видов активностей участников проекта. Так если во втором семестре соотношение имело вид такой: ~40% обучение (лекции/семинары/мастер-классы), ~30% продуктовая активность, ~30% исследовательская активность (см. Рисунок 3). То в третьем семестре приоритеты смещаются в область продуктовой деятельности: ~10% обучение, ~70% продуктовая активность, ~20% исследовательская активность. При этом общий объём контактной работы в рамках данного компонента сохраняется и составляет 4 часа в неделю. Распределение слушателей по командам происходит по аналогии с предыдущим семестром, однако функции руководителя заметно меняются – теперь в качестве менеджеров проекта выступают лидеры команд. Руководитель же оставляет за собой функции научного руководства в рамках проектной деятельности: утверждение тематики работ и управление научной составляющей проекта. В качестве научного руководителя назначаются сотрудники кафедры, вовлеченные в хоздоговорную тематику и работы по грантам. В качестве работ выбираются перспективные направления, связанные с разработкой

прототипов и макетов разного рода программных компонент, которые используются для проверки идей и концепций, а в потенциале могут вырасти в полноценные НИОКР.

В отличие от предыдущего семестра, первым планом для магистрантов в третьем семестре становится получение конечного продукта. Команды самостоятельно контактируют с условными заказчиками работ, выполняют прототипирование, вырабатывают и согласовывают концепцию продукта, формулируют требования, подготавливают техническое задание, вырабатывают методику его испытаний, выбирают пул необходимого инструментария, формируют процесс и следуют ему в рамках работы над проектом. Руководитель в основном выполняет роль консультанта по всем вопросам, возникающим в рамках учебного ОКР по необходимости организует теоретические занятия, как правило, в рамках научной составляющей работы.

Оценка эффективности работы каждого участника в команде оценивается по его вкладу в проект. Руководитель в обязательном порядке получает доступ к системе управления заданиями студенческого проекта. Как правило, раз в неделю им выполняется анализ состояния проекта в целом и статус работ его участников. Результатом анализа является оценка по пятибалльной шкале вклада каждого исполнителя и общего состояния проекта в целом.

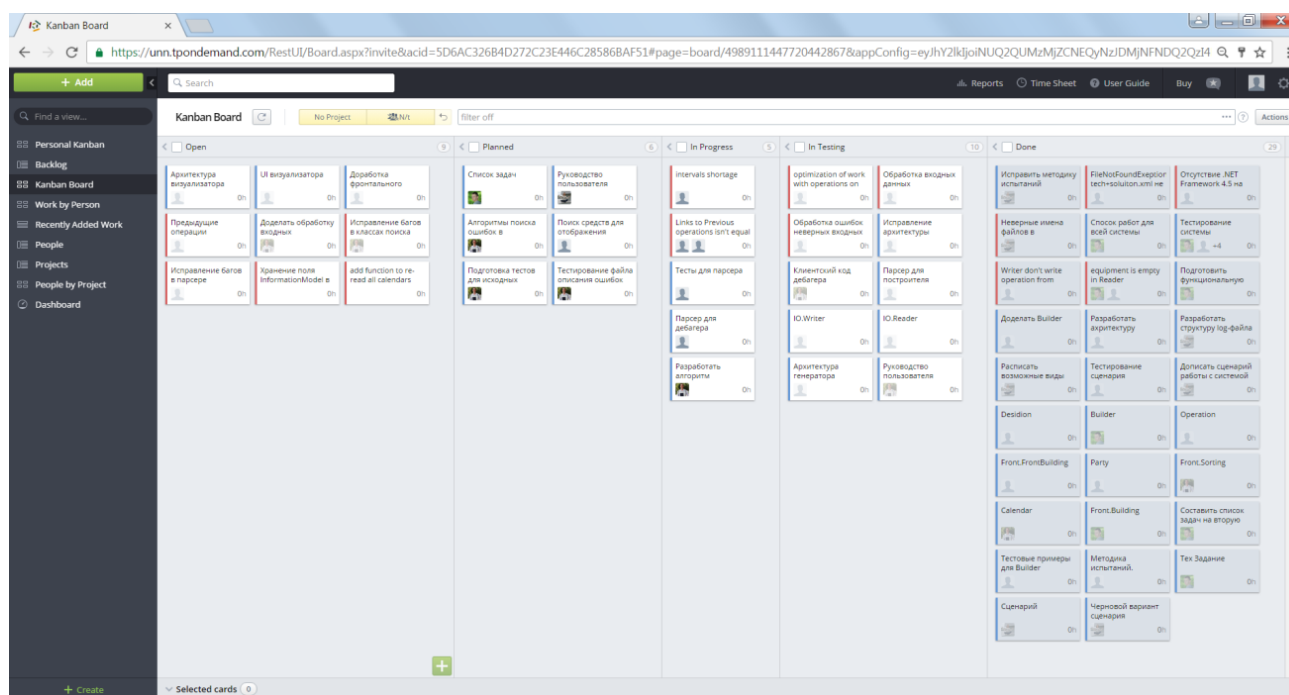


Рисунок 4. Пример состояния проекта (система Targetprocess, методология Kanban)

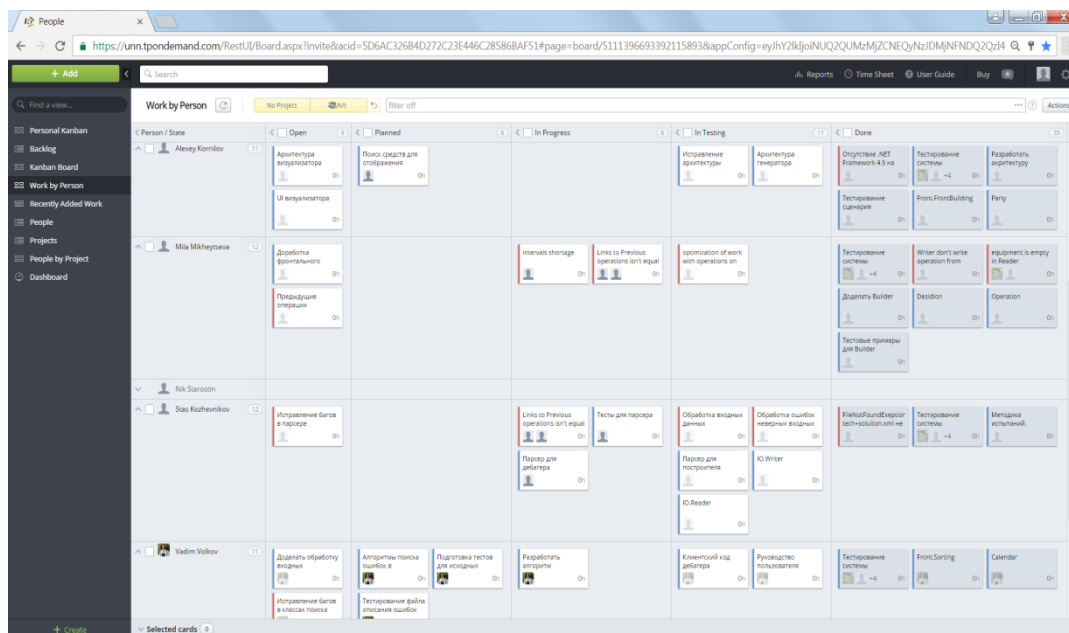


Рисунок 5. Текущая активность членов команды (система Targetprocess, методология Kanban)

Наивысший балл выставляется в случае качественного выполнения необходимого объема запланированных работ. На *Рисунке 4* показан пример состояния проекта, а на *Рисунке 5* приведен скриншот текущей активности членов команды в системе Targetprocess в рамках процессной деятельности по методологии Kanban [8]. Итоговая оценка каждого учащегося по курсу определяется как среднее арифметическое из интегральной индивидуальной оценки и интегральной оценки по проекту в рамках третьего семестра (17 недель).

Кроме полученного продукта, важным ожидаемым результатом преподавания третьей части дисциплины является выявление магистрантов – потенциальных аспирантов, которые имеют интерес и способности продолжить направления исследования, развиваемые коллективом кафедры.

Заключение

Рассмотрены основные принципы

Литература

1. Афраимович Л.Г., Власов В.С., Куликов М.С., Прилуцкий М.Х., Старостин Н.В., Филимонов А.В. Планирование и оперативное управление процессом изготовления сложных изделий // XII Всероссийское совещание по проблемам управления. Москва, 16-19 июня 2014г.: Труды. – Москва: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. – 2014. – С. 5138-5149. ISBN 978-5-91450-151-5.
2. Афраимович Л.Г., Власов В.С., Куликов М.С., Прилуцкий М.Х., Седаков Д.В., Старостин Н.В., Филимонов А.В. Задачи планирования и оперативного управления процессом изготовления интегральных схем с микронными и субмикронными топологическими нормами // Автоматизация в промышленности. 2014. – №8. – С. 17-21
3. Прилуцкий М.Х., Кумагина Е.А. Задачи многоресурсного сетевого планирования и управления // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Математическое моделирование. Оптимальное управление. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2014. – № 1. – С. 268-272
4. Прилуцкий М.Х., Кумагина Е.А. Оптимальные стратегии распределения разнородных ресурсов в сетевых канонических структурах // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – №1. – С. 60-64.
5. Прилуцкий М.Х., Кумагина Е.А. Метод ветвей и границ решения задачи многоресурсного сетевого планирования //

- Системы управления и информационные технологии. – 2014. – №2. – С. 48-51.
6. Прилуцкий М.Х., Седаков Д.В. Календарное планирование многостадийных производственных систем с взаимозаменяемым оборудованием // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского. Математическое моделирование. Оптимальное управление. Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2014. – № 4(1). – С. 433-437.
 7. Власов С.Е., Костюков В.Е., Прилуцкий М.Х. Задачи планирования для предприятий с непрерывным циклом изготовления продукции // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского. Математическое моделирование. Оптимальное управление. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2014. – № 4(1). – С. 422-427.
 8. Anderson David J., and Dragos Dumitriu, «From Worst to Best in 9 Months: Implementing a Drum-Buffer-Rope Solution in Microsoft's IT Department», Proceedings of the TOCICO World Conference, Barcelona, November 2005.

References

1. Afrajmovich L.G., Vlasov V.S., Kulikov M.S., Priluckij M.H., Starostin N.V., Filimonov A.V. Planirovanie i operativnoe upravlenie processom izgotovlenija slozhnyh izdelij // XII Vserossijskoe soveshhanie po problemam upravlenija. Moskva, 16-19 ijunja 2014g.: Trudy. – Moskva: Institut problem upravlenija im. V. A. Trapeznikova RAN. – 2014. – S. 5138-5149. ISBN 978-5-91450-151-5.
2. Afrajmovich L.G., Vlasov V.S., Kulikov M.S., Priluckij M.H., Sedakov D.V., Starostin N.V., Filimonov A.V. Zadachi planirovanija i operativnogo upravlenija processom izgotovlenija integral'nyh shem s mikronnymi i submikronnymi topologicheskimi normami // Avtomatizacija v promyshlennosti. 2014. – №8. – S. 17-21
3. Priluckij M.H., Kumagina E.A. Zadachi mnogoresursnogo setevogo planirovanija i upravlenija // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Matematicheskoe modelirovanie. Optimal'noe upravlenie. – N. Novgorod: Izd-vo NNGU. – 2014. – № 1. – S. 268-272
4. Priluckij M.H., Kumagina E.A. Optimal'nye strategii raspredelenija raznorodnyh resursov v setevyh kanonicheskikh strukturah // Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. – 2014. – №1. – S. 60-64.
5. Priluckij M.H., Kumagina E.A. Metod vetvej i granic reshenija zadachi mnogoresursnogo setevogo planirovanija // Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. – 2014. – №2. – S. 48-51.
6. Priluckij M.H., Sedakov D.V. Kalendaroe planirovanie mnogostadijnyh proizvodstvennyh sistem s vzaimozamenjaemym oborudovaniem// Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.I.Lobachevskogo. Matematicheskoe modelirovanie. Optimal'noe upravlenie. N. Novgorod: Izd-vo NNGU. – 2014. – № 4(1). – S. 433-437.
7. Vlasov S.E., Kostjukov V.E., Priluckij M.H. Zadachi planirovanija dlja predpriyatij s nepreryvnyim ciklom izgotovlenija produkcii // Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.I.Lobachevskogo. Matematicheskoe modelirovanie. Optimal'noe upravlenie. – N. Novgorod: Izd-vo NNGU. – 2014. – № 4(1). – S. 422-427.
8. Anderson David J., and Dragos Dumitriu, "From Worst to Best in 9 Months: Implementing a Drum-Buffer-Rope Solution in Microsoft's IT Department," Proceedings of the TOCICO World Conference, Barcelona, November 2005.

Поступила: 10.09.2017

Об авторах:

Афраймович Лев Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра Информатики и автоматизации научных исследований, институт Информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, levafrajmovich@gmail.com

Коротченко Анатолий Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра Информатики и автоматизации научных исследований, институт Информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, koangr@yandex.ru

Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Информатики и автоматизации научных исследований, институт Информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, pril@iani.unn.ru

Старостин Николай Владимирович, доктор технических наук, доцент, кафедра Информатики и автоматизации научных исследований, институт Информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, nvstar@iani.unn.ru

Note on the authors:

Afrajmovich Lev G., Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, levafrajmovich@gmail.com

Korotchenko Anatoli G., Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, koangr@yandex.ru

Prilutskii Mikhail Kh., Doctor of Engineering Sciences, Professor, head of the Informatics and computer aided research chair, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, pril@iani.unn.ru

Startostin Nikolay V., Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, nvstar@iani.unn.ru