

Министерство образования и науки РФ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени С.М.Кирова»

---



**КАФЕДРА**  
**ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

50 - летию посвящается

**50 - летию посвящается**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ:  
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Сборник научных трудов

Выпуск 10

Часть 2

Санкт-Петербург

2018

Рассмотрен и рекомендован к изданию  
Научно-методическим советом  
Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета

Редакционная коллегия:

**А.М.Заяц**, кандидат технических наук, профессор (отв. редактор),  
**М.А.Шубина**, кандидат технических наук, доцент (отв. секретарь),  
**С.П.Хабаров**, кандидат технических наук, доцент

Составитель

**М.А.Шубина**, кандидат технических наук, доцент (отв. секретарь)

Рецензент

Доктор технических наук, профессор  
Национального минерально-сырьевого университета «Горный»  
**И.В.Иванова**

Информационные системы и технологии: теория и практика:  
сб. научн.тр. вып. 10 / отв. ред. А.М.Заяц. – СПб.: СПбГЛТУ, 2018. – 1 с.  
ISBN 978-5-9239-0779-7

Сборник подготовлен по материалам кафедры вуза, представленным на научно-технической конференции института леса и природопользования СПбГЛТУ в феврале 2018 г., и практических работ, выполненных ее сотрудниками.

Научное издание

Отв. редактор  
Заяц Анатолий Моисеевич

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ:  
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Сборник научных трудов

Выпуск 10

Часть 2

---

Отпечатано в авторской редакции с готового оригинал-макета

Подписано в печать с оригинал-макета

Формат 60x84x16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Уч.-изд. л. 10.0. Тираж 100 экз. Заказ № 41.С 7.

---

Санкт-петербургский государственный лесотехнический университет  
Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТУ  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер.,3

**Р.М.Яковлев**, кандидат физ.-мат.наук, ведущий научн.сотр.  
brig-av@yandex.ru

**И.А.Обухова**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
lobukhova@inbox.ru

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

Все установленные на атомных электростанциях (АЭС) реакторы и хранилища отработанного ядерного топлива (ОЯТ) представляют высокую опасность из-за огромного количества радионуклидов, накопленных в ОЯТ, значительная часть которых может быть выброшена во внешнюю среду в чрезвычайных ситуациях, обусловленных совершенно разными, а потому непредсказуемыми причинами. Из действующих реакторов наибольшую опасность представляют блоки типа Чернобыльского (реактор большой мощности канального типа – РБМК). Высокую радиационную опасность представляет смешанное уран-плутониевое топливо (МОКС-топливо), которое пока используется в небольшом числе реакторов, но предполагается для широкого использования. Производство такого топлива сопряжено с отравлением внешней среды плутонием. Особую опасность создает возможность использования МОКС-топлива в «грязной» атомной бомбе. Еще более высокую опасность для среды представляют реакторы на быстрых нейтронах с ядерным топливом на основе плутония, который при каждом реакторе необходим в количестве 20 тонн для замыкания топливного цикла. Плутоний при аварии в тысячи раз опасней для среды и жизни людей, чем цезий-137. Кроме того, из плутония любого изотопного состава может быть изготовлено ядерное взрывное устройство. Возможности для террористов получения необходимого количества плутония возрастают вследствие расширения географии ядерной энергетики.

Экологический и террористический риск, обусловленный атомной энергетикой, можно минимизировать при переходе от уран-плутониевого ядерного топливного цикла к торий-урановому. Жидкое торий-урановое топливо можно корректировать по составу в активной зоне реактора, удаляя и аккумулируя летучие и газообразные продукты, а в критической ситуации можно слить. Начало такому переходу могут положить реакторы небольшой мощности. С большой атомной энергетикой следует подождать, остановив как можно скорее все РБМК-реакторы, высокий уровень опасности которых рассмотрен в этой статье.

### **1. Исчерпаемость энергоресурсов и атомная энергетика**

Выживание человечества и его благополучие в будущем во многом определится обеспеченностью энергией, иными словами, энергетической

безопасностью. Главная составляющая этой безопасности – обеспеченность сырьем. Если исходить из того, что уровень потребления энергии на одного человека в развитых и развивающихся странах постепенно выравнивается, и учесть, что численность населения к 2050 г. увеличится в 1,5 раза, то ресурсная база двух основных компонент существующей сейчас энергетики – нефти и газа, будет исчерпана к середине 21 века. В табл.1 показаны запасы основных энергоносителей и время их исчерпания [1].

Т а б л и ц а 1

Сроки исчерпания энергоресурсов (модифицировано из [1])

Энерго-носитель	В мире	В России				
	Запасы разведанные извлекаемые (ГВт×год)	Интенсивность Использования, Вт	Срок исчерпания, (годы)	Запасы разведанные извлекаемые ГВт×год	Интенсивность использования ГВт	Срок исчерпания (годы)
Нефть	200 000	4600	40-50	10 000	400	20-30
Газ	150 000	2200	60-70	46000	550	80-90
Уголь	1 000 000	3000	300-400	110000	170	600-700
Ядерная энергетика (тепловые реакторы)	90 000	750	120	9000	45	200
Всего	1 440 000	11000	130	175000	1200	150
Ядерная энергетика (быстрые реакторы)	15 000 000	11000	1 500	1500000	1200	1300

Запасов угля хватит на несколько сотен лет. Но широкомасштабное сжигание угля в крупных городах приводит к недопустимому загрязнению атмосферы, как это имело место, например, в Лондоне, а в настоящее время происходит в некоторых городах Китая. При добыче угля происходит также загрязнение очень больших территорий, и отходы после его сжигания непомерно велики.

Даже с учетом возрастающей стоимости нефти и газа, этого ценнейшего химического сырья, они в больших количествах сжигаются в топках теплоэлектростанций, оставаясь основным ресурсом для большой энергетики. При этом, помимо быстрого сокращения их запасов, происходит накопление газов, вызывающих парниковый эффект.

Поэтому, когда были построены первые атомные станции, из труб которых не вились клубы черного дыма, а топлива для них требовалось в тысячи раз меньше, чем угля и нефти, они были с большим энтузиазмом восприняты во всём мире. Желание строить новые станции резко возросло при уверениях ведущих атомщиков в полной безопасности новых источников энергии для людей и природы. Утверждалось, что никакого значительного выброса радиоактивных продуктов, которые нарабатывались в

активной зоне реакторов, за пределы атомной станции при любых обстоятельствах произойти не может [2,4,5]. Заявлялось также, что расплав топлива в любых обстоятельствах весьма маловероятен, поскольку в реакторах после 1970 г. предусмотрено пассивное охлаждение. Реактор автоматически отключается, в нем не происходит деления ядер, а остаточное тепловыделение активной зоны может быть снято различными аппаратными средствами, которые будут функционировать при полном отключении электричества без всякого внешнего вмешательства [2,5].

В конце 1960-х – начале 1970-х годов прошлого века планировалось к началу 21 века производить более 50% электроэнергии и 30% тепловой на АТЭС [2,5]. Атомная энергетика бурно развивалась, особенно в странах передовых, но бедных запасами газа и нефти: Франции, Японии, Великобритании, Германии, Швеции, а также в США и СССР, что было сопряжено в этих странах развитием ядерными технологий для ВПК. На всех АЭС предполагалось производить в самом начале третьего тысячелетия 3-4 тысяч ГВт электроэнергии. Это было зафиксировано на Женевской конференции в 1971 г. При этом 40% электроэнергии должно было производиться в реакторах на быстрых нейтронах. Необходимость в них определилась с самого начала, поскольку в реакторах на тепловых нейтронах (теплоносителем и замедлителем для них является вода) основой ядерного топлива является уран-235, которого в естественном уране всего 0,7%, и, как видно табл.1, урановых ископаемых запасов должно хватить ненадолго. Только в реакторах на быстрых нейтронах (РБН), теплоносителем для которых является расплав натрия или свинца, возможно вовлечение в энергетику урана-238, но не прямо, а через образующийся в реакторе плутоний-239, причём в таких реакторах плутония сжигается меньше, чем образуется снова из неделящегося изотопа урана-238. Загрузка плутонием высокая (20%) и составляет 4-5 тонн для реактора электрической мощностью 1000 МВт [4,5].

Принципиальная схема сжигания всего урана с использованием плутония возникла уже в 1950-х гг., когда выяснилось, что при делении ядер плутония-239 быстрыми нейтронами (энергия больше 100 кэВ) рождается избыток нейтронов, достаточный не только для поддержания цепной реакции в активной зоне реактора, но и для производства дополнительных ядер плутония из урана-238 в зоне воспроизводства. При этом нарабатанного из неделящегося урана-238 плутония оказывается больше, чем сгоревшего. В этом случае превращением урана в плутоний удаётся задействовать почти весь уран и обеспечить человечество топливом на тысячелетия, как видно из последней строки табл.1. И это весьма вдохновляло и обнадеживало [2,5], и атомная энергетика весьма интенсивно развивалась. Так, в США за десятилетие было запущено 100 реакторов. До 1986 года в мире работало уже более 400 реакторов. В СССР их было 30.

Но катастрофа на 4 блоке в Чернобыле приостановила интенсивное развитие атомной энергетике, показав исключительно высокий уровень

опасности, который несёт в себе она. Обусловлено это тем, любой из действующих реакторов может повторить судьбу Чернобыльского, поскольку в активной зоне накапливается во время работы колоссальное количество радиоактивных продуктов при делении ядер урана и, кроме того, опасные для экологии ядра трансурановых элементов с большими периодами полураспада и наиболее опасный из них – плутоний. Ядерное топливо находится в топливных элементах, ТВЭЛах, представляющих таблетки, размещенные в длинные тонкостенные трубки из циркония или его сплава. Выделяющееся в ТВЭЛах тепло снимается протекающей при давлении 150 атм водой при температуре более 300 °С, а сами ТВЭЛы нагреты в центре до 2000 °С. В секунду для снятия тепла в реакторе с электрической мощностью 1 ГВт подаётся 18 тонн воды. Реакторы с системой регулирования мощности огромные сложные устройства. Вследствие накопления в них миллиардов Кюри радиоактивности, которая в непредвидимых или специально подстроенных обстоятельствах (диверсия или небольшой взрыв на трубопроводах) может вырваться наружу, являются очень-очень опасными устройствами. Реакторщики практически расписались в своей несостоятельности, предусматривая в штатной конструкции ловушку для сбора расплава ядерного топлива, которое плавится при температуре 2800°С, вместо того, чтобы исключить возможность расплавления. При такой высокой температуре из топлива испарятся почти все радиоактивные продукты, температура возгонки (испарения) которых ниже 2800°С.

Чернобыль для существующих реакторов может повториться и это событие ужасно. Атомщики всячески замалчивают событие, обозначившее огромный внутренне присущий уровень опасности ядерных реакторов и сильно-сильно преуменьшают последствия катастрофы, сводя к аварии с гибелью 42 человек и лучевой болезни 134. От последствий курения и автомобильных аварий погибает больше. Чтобы всё было в порядке на этих замечательных устройствах, надо правильно нажимать кнопки

А куда делись многие тысячи облученных ликвидаторов и жителей, часть которых эвакуировали, но многие остались? .И где теперь навсегда потерянные 10 тыс. кв. км на тысячи лет потерянной земли и лесов в Белоруссии, превращенных в радиологический заповедник? Чтобы не было повтора Чернобыля надо не врать, преуменьшая беду, а помнить и знать правду. А чтобы не забыть, мы приводим ниже напоминание о случившейся катастрофе.

Наиболее подробное исследование и анализ последствий был выполнен для Белоруссии и России в совместных работах под руководством чл.-корр. РАН А.В. Яблокова и чл.-корр. Белорусской академии наук В.Б. Нестерова. Предельно допустимый уровень радиационного загрязнения одним только цезием-137 был превышен на огромных территориях. Дальнейшая информация взята из их книги [19]. В табл.2 приведены сведения о числе пострадавших.

## Сведения о числе пострадавших в результате аварии на ЧАЭС

Группа населения	Страна	Тысяч человек
Эвакуированные	Беларусь	135 000
	Украина	162 000
	Россия	52 000
Ликвидаторы	Беларусь	130 000
	Украина	360 000
	Россия	250 000
	Другие страны	90 000
Жители территорий с загрязнением цезием-137 более 555 кБк/м <sup>2</sup>		270 000
Жители территорий с загрязнением цезием-137 более 37 кБк /м <sup>2</sup>	Беларусь	2 000 000
	Украина	3 500 000
	Россия	2 700 000

По расчетам, коллективная эффективная эквивалентная доза на население Северного полушария от Чернобыльской аварии составила за первый год приблизительно 600000 чел.-Зв, и наибольшая часть этой дозы приходится на территории бывшего СССР.

Весьма велики затраты на минимизацию последствий Чернобыльской катастрофы. За 20 лет (до конца 2006 г.) они превышают 500 млрд. долларов и будут долго оставаться на уровне многих млрд. долл. в год. Украина тратит на это 5% национального бюджета, Беларусь – около 10%, Россия – от 0.5 до 1%. [17, 19].

Во всём мире после Чернобыльской катастрофы в развитых странах, в США и Европе, практически было остановлено развитие атомной энергетики. В Германии и Швейцарии принято решение остановить после 2022 года все реакторы. В Японии же продолжалось строительство новых реакторов и даже завершалось строительство предприятия для производства уран-плутониевого топлива. Но в 2011 году произошла авария с расплавом топлива на четырёх реакторах АЭС Фукусима-1, и хотя выброс радиоактивности от всех четырёх реакторов был на порядок ниже Чернобыльского, в Японии прекратили работу всех реакторов.

В России же после 20-летнего Чернобыльского юбилея с приходом к руководству Росатомом эффективных менеджеров во главе со специалистом по дефолту развернулась мощная пиар-компания по возрождению атомной энергетики в огромных масштабах. Значимость Чернобыля как масштабной катастрофы сводилась к досадной ошибке операторов. Такое не повторится, потому что теперь мы научены и стали очень осторожными. Мы теперь, именно благодаря Чернобылю, самые безопасные и осторожные. Руководство Росатома с ИБРАЭ неоднократно собирал и собирает конференции, участники которых убеждают друг друга в полной безопас-



ности от крупной аварии (расплав ядерного топлива и вынос радиоактивных продуктов за пределы АЭС) на ближайшие тысячи лет работы атомных реакторов, хотя основные разработки по ним были выполнены задолго до Чернобыля. Авария в Японии не охладила пыл наших атомных топ-менеджеров. Только Россия собирается строить реакторы на быстрых нейтронах с натриевым и свинцовым теплоносителем.[1]. Под Красноярском вводится в действие комбинат с производительностью 2000 тонн/год переработки ОЯТ от легководных реакторов с целью производства уран-плутониевого МОКС-топлива и затем более обогащённого плутонием топлива для БР. А это сверхопасно.

## 2. Опасность МОКС-топлива и топлива для БР с высоким содержанием плутония

Реакторы на быстрых нейтронах являются более опасными, чем ЛВР, из-за большого количества плутония. Помимо опасности при выбросе из реактора в случае аварии или из-за потерь при переработке, плутоний может быть использован при создании атомной бомбы. Оружейный плутоний совсем для этого необязателен. Вполне годится плутоний из отработанного топлива реактора, а ещё лучше его взять из распространяемого сейчас МОКС-топлива, отделив простой химией от урана. Приличную бомбу из плутония с обеспечением деления 15-20% ядер сделать в кустарных условиях сложно, даже с привлечением классного специалиста. Но устройство, в котором разделится до разлёта 0,1% ядер плутония, сделать несравненно проще. Реакторный плутоний для такой низкой доли деления подойдёт вполне. Если взять его с запасом, для обеспечения цепной реакции, килограмм 20, то при делении всего 0,1% от этого количества выделится энергии, эквивалентная взрыву 400 тонн тринитротолуола, и великий вред будет принесён не самим взрывом, а высокой радиологической опасностью от распыления 20 кг реакторного плутония.

Террористам можно даже не создавать ядерное взрывное устройство, а использовать распыление радиоактивных веществ при подрыве нескольких килограмм взрывчатки (это так называемое «грязное» атомное оружие). В табл. 3 приведены оценки [8] коллективных вдыхаемых доз (CD50inh) и числа избыточных смертей от рака при вдыхании радиоизотопов, присутствующих в 2 кг отработанном уранового и свежего МОКС-топлива. Во всех расчетах использовалась метеорологическая модель, представляющая средние сухие погодные условия.

Т а б л и ц а 3

Вред от изотопов присутствующих в разных видах ядерного топлива  
Модифицировано из [9]

	<sup>238</sup> Pu	<sup>239</sup> Pu	<sup>240</sup> Pu	<sup>241</sup> Pu	<sup>242</sup> Pu	<sup>241</sup> Am	<sup>244</sup> Cm	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	Всего
2-кг стержень отработанного топлива UO <sub>2</sub>										
Масса (г)	0.6	11.8	5.5	2.6	1.7	0.95	0.1	1.4	3.1	-
Активность (Бк)	3.9E+11	2.7E+10	4.5E+10	9.9E+12	2.5E+08	1.2E+11	4.3E+11	6.9E+12	1.0E+13	-
CD50	503	38	65	267	0.3	135	287	13	5	1313

(человечно-Зв)										
Число избыточных смертей от рака	25	2	3	13	0	7	14	1	0	65
<b>2 кг свежего МОКС-топлива</b>										
Масса (г)	4.2	89.5	37.9	24.3	11.9	-	-	-	-	-
Активность (Бк)	2.7E+12	1.8E+11	3.2E+11	9.3E+13	1.7E+09	-	-	-	-	-
CD50 (человечно-Зв)	3480	253	450	2510	2	-	-	-	-	6695
Число избыточных смертей от рака	174	13	23	125	0	-	-	-	-	335

Вариант со свежим МОКС-топливом приносит наибольший вред из-за значительно большего содержания плутония, чем отработанное топливо. МОКС-топливо также излучает намного меньше нейтронов и гамма-лучей, чем отработанное топливо, и поэтому с ним намного легче обращаться. МОКС-топливо является настоящим подарком для ядерных террористов и, если знать это, стоит ли распространять его и строить комбинаты по его производству?

В быстрых реакторах, которые предполагают использовать для замыкания ядерного топливного цикла плутония, требуется 20 тонн при мощности реактора 1000 МВт с учетом его выдержки и переработки топлива. Тогда там, где будут такие реакторы, можно, отказавшись от контроля МАГАТЭ, изготавливать тысячи атомных бомб. Поэтому предполагаемое развитие атомной энергетики на плутоний-урановом твёрдом топливе является очень опасным и для среды, и в смысле возможности его использования во взрывном устройстве, даже очень несовершенном.

Как следует из приведенной в начале статьи табл. 1, существующая ядерная энергетика, в котором ядерным топливом является уран-235, а его в естественном уране всего 0,7%, быстро исчерпает ископаемые запасы урана. В программах масштабного развития ядерной энергетики сейчас предлагается вовлечь в атомную энергетику весь уран-238 через образующийся в реакторе на быстрых нейтронах плутоний. Но, как это следует из приведённых выше доводов, плутоний при его широком использовании весьма опасен для окружающей среды и в смысле распространения ядерного оружия. Поэтому надежды даже на циклическое развитие человечества при оптимальной численности 1,5-1,7 млрд [15] могут быть неоправданными при интенсивном развитии плутониевой ядерной энергетики. Даже без большой ядерной войны загрязнение биосферы Земли плутонием при расширенном его производстве в БР приведёт к экологической катастрофе и вымиранию высокоорганизованной жизни, включая человека. При очень высоком уровне опасности плутония для биосферы и ввиду возможности его использования террористами атомная энергетика не может сейчас явиться основой энергетической безопасности человечества. Представленный ниже вариант развития атомной энергетики является более чистым и безопасным.

### 3. Атомная энергетика без плутония и Чернобыля

Только если в ядерном топливе будет отсутствовать плутоний и из ядерного топлива в процессе работы можно выводить все летучие и газообразные продукты и надежно аккумулировать их, возможно исключить катастрофическую ситуацию с выбросом миллионов кюри радиоактивных продуктов из реактора. Выход только один – топливо должно быть без плутония и в жидком состоянии, с возможностью удаления из него летучих и газообразных продуктов [16, 21, 22]. Были рассмотрены различные варианты таких реакторов. Топливо в них могло находиться или в расплавленном свинце в виде мелкодисперсной суспензии [17, 18], или виде расплава фторидов. Из всех вариантов оптимальным является реактор с расплавом фторидов различных металлов, включая уран и торий [20, 21]. Это – так называемый жидкосолевой реактор (ЖСР). Создание такого реактора решает проблему выброса большого количества радиоактивных ядер из активной зоны.

В работе [25] приведена схема компактного варианта жидкосолевого реактора небольшой мощности. Другой вариант был описан в работе [20].

Без-ТВЭЛный жидкосолевой реактор имеет низкий запас реактивности, обусловленный непрерывной очисткой топлива от осколочных элементов-поглотителей нейтронов, и высокий отрицательный температурный коэффициент реактивности, что обеспечивает ядерную безопасность [20-22].

Так как из жидкого топлива такого реактора во время работы выводятся летучие и газообразные продукты, то в любых ситуациях (даже при попадании бомбы в реактор) исключен выброс больших количеств радиоактивных продуктов за пределы реакторного пространства. Это обстоятельство особенно важно в эпоху развитого терроризма.

Поскольку с жидкосолевыми реакторами не происходит глобальное загрязнение окружающей среды, даже в случае таких катастрофических ситуаций, как землетрясение, падение самолёта или подготовленная диверсия, это вселяет надежду в возможность создания атомной энергетике безопасной от катастроф. Ведь именно возможность катастрофы, обусловленная непредвиденными обстоятельствами, для учета которых бессмысленны вероятностные оценки, сдерживает после Чернобыля и Фукусимы развитие атомной энергетике.

Переход к жидкосолевому уран-ториевому реактору позволяет кардинально сократить объёмы радиоактивных отходов, поскольку для их работы не требуется ежегодная выгрузка-загрузка ТВЭЛов и не требуется последующая переработка отработавшего топлива. Расплав топлива из активной зоны реактора сливается и рассредоточивается в подготовленные нержавеющие ёмкости и хранится в форме фторидного стекла, нерастворимого в воде и пригодного для захоронения (против 1000 тонн ОЯТ ВВЭР, подлежащего переработке при указанном выше количеством отхо-

дов). Кроме того, в таком реакторе нарабатывается примерно в  $10^5$  раз меньше изотопов трансурановых элементов, чем в аналогичном по мощности уран-плутониевом реакторе.

Следует отметить, что рабочие интервалы для ЖСР предполагаются более длительными (30 лет при коэффициенте воспроизводства, близком к 1), чем для реакторов на твердом топливе (3-4 года). Для восполнения сгорающего урана-233 в солевой расплав ЖСР можно периодически добавлять порции тетрафторида тория-232. При этом отработавший солевой расплав при определенных условиях может служить формой хранения РАО. Эта особенность жидкосолевых реакторов делает их практически независимыми от процедур оперативной доставки топлива. Загрузка исходным делящимся материалом происходит только при запуске реактора. При окончательной остановке реактора, оставшийся в нем уран-233 может быть выделен из жидкосолевого состава путем фторирования солевого расплава с образованием летучего  $UF_6$  и использован в новом реакторе такого же типа.

Вовлечение тория в варианте жидкосолевого реактора в ядерную энергетику позволит обеспечить человечество на столетия экологически чистым источником энергии. Но, чтобы это произошло не в следующем столетии, необходимо уже сейчас решить определенный комплекс конкретных физических, химических, технических и конструкторских задач. Часть из них была названа в работах [16,24,25]. По нашим оценкам для их решения требуется сравнительно немного времени и скромное финансирование (около 100 млн US\$; это ничтожно мало по сравнению со средствами, выделенными на программу с реакторами на быстрых нейтронах – около 100 млрд US\$). Выполнить эту программу за короткое время и на незначительные средства возможно только потому, что существует значительный задел. А именно, уже рассмотрено и опубликовано несколько перспективных конструкций ЖСР [20,25], исследованы различные конструкционные материалы и совместимость их с жидкосолевыми композициями в Радиевом институте им. В.Г. Хлопина – в лаборатории моделирования ядерно-физических процессов под руководством Р.М.Яковлева и в отделе радиохимии под руководством проф. Д.Н.Суглобова.

Сейчас уже достаточно ясно как надежно герметизировать топливо и аккумулировать продукты деления, как с помощью дистанционного контроля и средств управления обеспечить полную безопасность работы конкретного варианта запатентованного ([23]) реактора с жидким топливом. Никаких принципиальных сложностей для создания демонстрационного жидкосолевого реактора на тепловых нейтронах не существует.

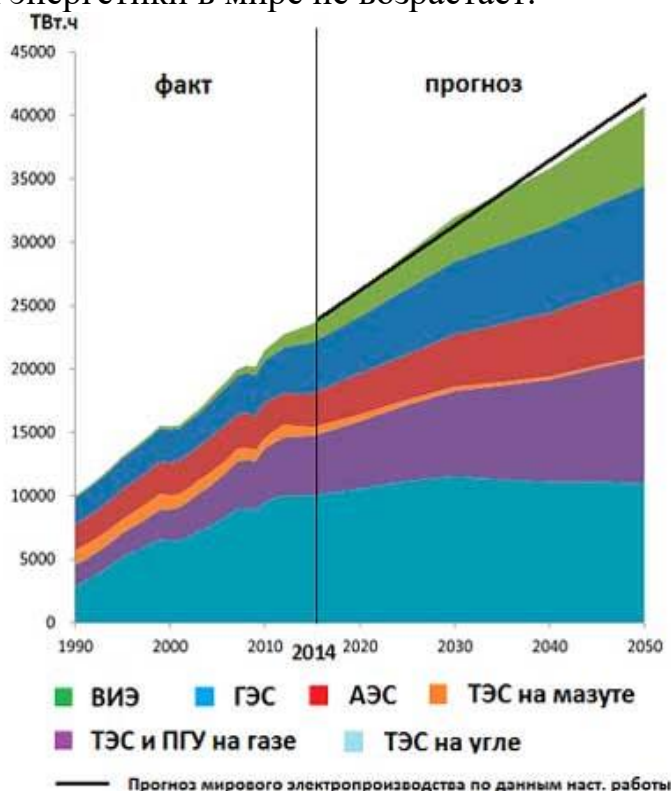
### **Заключение**

Задача практического воплощения этого цикла в жизнь может стать научной и инженерной целью отрасли на ближайшую перспективу, при строительстве демонстрационного уран-ториевого реактора через 8-9 лет, а

не через 45 лет, как записано сейчас в стратегическом плане работ Минатома РФ.

Страна, которая первой освоит и запустит в широкое производство экологически безопасные ядерные реакторные установки уран-ториевого топливного цикла на базе реакторов с расплавами солей фторидов выйдет на передовые в мире рубежи высоко конкурентоспособных ядерно-энергетических технологий со всеми вытекающими из этого преимуществами. Но не надо забывать, что в атомных реакторах и в предлагаемом нами варианте нарабатывается огромное количество радиоактивных продуктов. Поэтому лучше всего ограничить использование мирной ядерной энергетики реакторами небольшой мощности для мест, труднодоступных для поставки органического топлива. Например, для освоения Арктики и Антарктики, а также для ледоколов Северного морского пути. Весьма целесообразно развивать для России такие экологически безопасные виды энергии, как малая гидроэнергетика, энергия приливов и ветровая энергетика. По потенциальным запасам этих видов энергии Россия на первом месте, но развитие этих направлений в России было полностью приостановлено в пользу сверхопасной и грязной своими радиоактивными отходами ядерной энергетики.

Направления альтернативной энергетики: использование энергии ветра, солнечных батарей, гидроэлектростанций и усовершенствованные, более экологически чистые, с фильтрами, угольные ТЭС являются приоритетными сейчас в Китае, США, Норвегии и почти везде, кроме России. И это неправильно. Ниже мы приводим рис.1, взятый из работы проф. Нигматуллина [26], отражающий в перспективе развитие этих направлений в мире. Доля атомной энергетики в мире не возрастает.



Динамика мирового электропроизводства и его структуры в 1990–2014 гг. (факт.) и их прогнозы на 2015–2050-е гг., по данным работы [26] (только динамика мирового электропроизводства) и CNPCETRI 2016.

### Библиографический список

1. Адамов Е.О., Балашов Л.А., Ганев И.Х., Зродников И.В., Кузнецов А.К., Лопаткин А.В., Мастепанов А.М., Орлов А.В., Рачков А.В., Смирнов А.С., Солонин М.И., Ужанова В.В., Черноплеков Н.А., Шаталов Г.Г. Белая книга ядерной энергетики. М.: Изд-во ГУП НИКИЭТ; 2001.
2. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.А. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. М.: Энергоатомиздат; 1984.
3. Булаков Л.А. Проблемы токсикологии плутония. М.; 1969.
4. Кесслер Г. Ядерная энергетика. М.: Энергоатомиздат; 1986.
5. Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. М.: Энергоатомиздат; 1985.
6. Копчинский Г.А., Штейнберг Н.А. Чернобыль. Как это было. СПб: Наука; 2011.
7. Кузякин Ю.И., Яковлев Р.М. Транспортная жидкосолевая реакторная установка. В кн.: Сборник докладов научно-технической конференции «Корабельная ядерная энергетика – взгляд в XXI век» (Ч. 1). Нижний Новгород: ОКБМ; 2001.
8. Магилл И., Хэмилтон Д., Лютценкирхен К., Туфан М, Тамборини Г., Вагнер В., Берту В., фон Цвайдорф А. Последствия события радиологического рассеивания с ядерными и радиоактивными источниками. Наука и всеобщая безопасность. 2007;15(2):12-21.
9. Медведев Г.У. Чернобыльские тетради. В кн.: Ядерный загар. М.: Книжная Палата; 1990.
10. Миронова Н.И., ред. Плутониевая экономика: выход или тупик. Плутоний в окружающей среде. Челябинск; Челябинский дом печати, 1998.
11. Петров Э.Л., Суглобов Д.Н., Яковлев Р.М. Реактор-2020. Атомная Стратегия XXI. 2006,(8)24.
12. Римский-Корсаков А.А. Две аварии. Атомная стратегия XXI. 2011(53):20-25.
13. Рылов М.И., Тихонов Н.А. В мире дозообразующих нуклидов. СПб: Межотраслевой экспертно-сертификационный центр ядерной и радиационной безопасности; 2011.
14. Рылов М.И., Тихонов М.Н. Ядерные энергетические установки: постижение реальности. Экология и атомная энергетика. 2008;1(22):76-81.

15. Сергеев Ю.Н, Кулеш В.П. Проблемы цикличного и стационарного развития цивилизации в глобальных моделях. Биосфера. 2017;9:13-47.

16. Суглобов Д.Н., Яковлев Р.М., Мясоедов Б.Ф. Торий-урановый топливный цикл для тепло- и электроэнергетики. Радиохимия, 2007;49(5):385-392..

17. Тихонов М.Н., Муратов О.Э. Катастрофы как источники потери устойчивости национальных государств. В кн.: Проблемы риска в техногенной и социальных сферах. СПб; Изд-во СПбГПУ; 2007. с. 119-130.

18. Феоктистов Л.П. Оружие, которое себя исчерпало. М.: Воскресенье; 2003.

19. Яблоков А.В, Нестеренко В.Б, Нестеренко А.В. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. СПб.: Наука; 2011.

20. Яковлев Р.М. О реакторах нового поколения. Атомная Стратегия XXI, 2005;(4): 20-21.

21. Яковлев Р.М, Данилевич Я.Б, Игнатъев М.Б., Суглобов Д.Н. Атомная энергетика без плутония и Чернобыля. Мир и Согласие. 2008;(2)35: 58-64.

22. Яковлев Р.М., Петров Э.Л., Тихонов М.Н, Муратов О.Э.. Решение проблем ядерной энергетики в стратегии уран-ториевого топливного цикла. Атомная Стратегия XXI, 2007;(5):15-13.

23. Кузякин Ю.И., Яковлев Р.М. Патент №64424. Моноблочная ядерная реакторная установка с жидкометаллическим топливом-теплоносителем, 27.06.2007; Кузякин Ю.И., Яковлев Р.М. Патент №57040 Ядерная реакторная установка с топливом-теплоносителем в виде расплавов солей фторидов, 27.09.2006.

24. Яковлев Р.М. , Обухова И.А. На пути к безопасной атомной энергетике. Биосфера, т.9, № 2, с. 123-135. 2017г.

25. Яковлев Р.М., Обухова И.А. Компьютерное моделирование жидкосолевого уран-ториевого реактора. Сб.Инф.системы и технологии:теория и практика. СПбГЛТУ, СПб,2017.

26. Нигматуллин Б.И. Прогноз мирового электропроизводства. Ат.стратегия,N4,2017.

**И.В. Панфилов**, доктор технических наук, профессор  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
[ist@spbftu.ru](mailto:ist@spbftu.ru)

## **О КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

**Информационная технология**

В развитии цивилизации и науки выделяют три эры: сельскохозяйственную (до XVI века), индустриальную (XVI - XX вв) и информационную (с 50-х годов XX в).

С наступлением информационной эры создаются информационные общества и информационная экономика, которая служит основой существования информационного общества.

Условием формирования человеческого общества обязано общественному труду и информационным процессам и технологиям.

Технология – искусство, мастерство, совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или процесса производства.

Информационная технология – процессы, методы поиска, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (Федеральный закон от 27.07.2006 ФЗ-149).

Особенностью информационных технологий по сравнению с промышленными технологиями заключается в том, что в ней и предметом, и продуктом труда является информация, а орудиями труда служат средства вычислительной техники и связи.

Таким образом, информационная технология тесно связана с информационными вычислительными системами, которые являются для нее основной средой функционирования, которые решают основную задачу информационной технологии.

В семидесятых годах XX столетия народное хозяйство нашей страны вступило в стадию интенсификации производства. Это потребовало качественных изменений во всех отраслях экономики, создания подлинно научной системы организации и управления производством.

Совершенствование привело к повышению класса сложности задач, решаемых в сфере управления, а это, в свою очередь, к изменению характера информационных процессов управления. В этот период широко развернули работы по созданию и внедрению автоматизированных систем планирования и управления. В формировании научных основ управления участвуют философия и экономика, математика и техника, социология и психология, и ряд других наук. Особое место занимает наука об общих законах управления – это кибернетика.

Чтобы успешно разрабатывать, внедрять и эксплуатировать АСУ, необходимо иметь четкое представление об общих законах управления, которые сформулированы в науке кибернетике.

Таким образом, теоретической основой автоматизированных систем управления является наука кибернетика, возникновение которой связано с выходом книги Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине».

Информационной технологии в отечественной литературе уделяется недостаточное внимание. Так в [1] значительная часть работы уделена се-



тевым моделям, рассмотрены статистические и вероятностные оценки параметров сетей. Приведены методы определения критических путей в моделях.

В [2] приведены методы анализа сетей, алгоритмы определения критических путей в моделях (Беллмана-Форди, Дейкстра, Флойда-Уоршелла), приводятся вычислительные трудности, которые возникают при реализации этих алгоритмов.

В [3] рассмотрены основные понятия и определения по содержанию и применению информационных технологий (ИТ). Приведен список используемых вычислительных средств от ПК до мультипроцессорных ВС. Приведен пример оценки эффективности ИТ с помощью социально-психологических (человеческих) факторов.

Работа [4] посвящена основным понятиям, принципам и особенностям кибернетики как теоретической базе АСУ. Показано, что структурный принцип основ кибернетики состоит из трех частей: математических основ, кибернетических моделей и специальных вопросов.

Из краткого анализа литературы видно, что теории кибернетических систем уделяется мало внимания.

Анализ использования вычислительных средств и ИТ для обработки информации и управления на предприятиях и в учреждениях говорит об актуальности разработки методик, методов и процедур по согласованию ИТ структуры сетевой модели решаемых задач и структурной организации ИВС. Несогласованность приведенных структур приводит к снижению функциональной эффективности кибернетических систем.

### **План-проспект «Проектирование кибернетической системы»**

Основная задача - разработка методики информационной технологии структуры сетевой модели комплекса решаемых задач и структурной организации информационной ВС (ИВС) по критериям функциональной эффективности.

За критерий функциональной эффективности примем

$$\begin{aligned} T_p &\leq T_z \pm \sigma_{\text{ткр}}, \\ P_p &\geq P_z, \end{aligned}$$

Где  $T_z$  заданная вероятность и время выполнения задач,  
 $P_p, T_p$  – реализованная вероятность и время решения задач.

Исходные данные.

Исходная информация о задачах, которые требуется решать (табл.1), должны содержать перечень всех задач, информационную их связности, то есть последовательность их решения, трудоемкость каждой задачи (в операциях).

Т а б л и ц а 1

## Перечень задач

Задача $A_i$	Трудоемкость задачи MQ, DQ в млн. операций	Входящие инцидентные дуги $a_{ij}$
$A_0$		-
$A_1$	6,2; 03	$a_{01}$
....		
$A_n$	19,1; 0,4	$a_{in}$

Для выполнения методики необходимо решить следующие вопросы:

1. Построить матрицу смежности задач.
2. Разработать алгоритм для распределения задач по слоям (ярусам).
3. Распределить задачи по ярусам и занести в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

## Распределение задач по ярусам

Направление	Ярусы				
	0-ой	1-ый	....	п-1 -ый	п-ый
Вход-выход	$A_0$	$A_1, A_2, A_3$	....	$A_{n-1}$ $A_{n-2}$	$A_n$
ВЫХОД-ВХОД	$A_0$	$A_1, A_3$ $A_2, A_4$	....	$A_{n-1},$ $A_{n-3}$	$A_n$

Определить структуру модели.

4. Построить сетевую модель комплекса задач, которые изображаются в виде сетевого графика (граф-схемы). В этом случае частные задачи представлены вершинами (узлами), а дуги, инцидентные вершинам, показывают информационные связи.

5. Проверить правильность нумерации вершин (узлов).
6. Составить систему логических функций для вершин графа.
7. Решить систему логических уравнений.

8. Определить все полные вычислительные пути и входящих в них задачи.
  9. Определить трудоемкость каждого пути  $MQ(S_i)$  и  $DQ(S_i)$ .
  10. Определить критический вычислительный путь  $S_{кр}$  и два значимых  $S_i, S_j$ .
  11. Принять трудоемкость  $S_{кр}$  на пакет определить быстродействие центрального процессора. Определяем нижнюю границу количества процессоров.
  12. Перевести трудоемкость задач и вычислительных путей во время.
  13. Определить коэффициенты корреляции между  $S_{кр}$  и  $S_i, S_j$  (значимыми путями).
  14. Определить функцию распределения максимального времени решения комплекса задач.
  15. Используя функцию распределения и заданные значения критерия функциональной эффективности убедиться в выполнении условий заданного критерия.
- Разработанная методика позволяет спроектировать кибернетическую систему с согласованными структурами по заданному критерию.
- P.S. Данную работу желательно продолжить, рассмотрев функциональную организацию ИВС.

### Библиографический список

1. Д.И. Голенко «Статистические методы сетевого планирования и управления». Издательство «Наука», М., 1968.
2. В.Н.Козлов, В.Ф. Кисоржевский, Б.И. Морозов «Теория информационных систем»: учебное пособие, СПб.:издательство СПбГУ.2003–210 с.
3. В.П. Мельников «Информационные технологии»: учебник для студентов высших учебных заведений/ М.: издательский центр «Академия», 2009 – 432 с.
4. «Введение в автоматизированные системы управления». Под ред. В.Г. Шорина. М., «Знание», 1974,
5. И.В. Панфилов, А.М. Заяц «Архитектура ЭВМ и информационных систем: функциональная организация»: учебное пособие для студентов направления «Информационные системы и технологии. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013 – 96 с
6. И.В. Панфилов, А.М. Заяц «Архитектура ЭВМ и информационных систем: структурная организация»: учебное пособие для студентов направления «Информационные системы и технологии. – СПб.: СПбГЛТУ, 2014 – 36 с.
7. И.В. Панфилов, А.М. Половко. «Вычислительные системы»/ Под ред. А.М. Половко. – М., Советское радио, 1980 – 304 с.

8. В.А. Мищенко и др. «Расчет производительности многофункциональных машин вычислительных систем (Справочное пособие)». М., Высшая школа, 1985 – 208 с.

**Н.Г. Полетаева**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
spur49@mail.ru

## ОПТИМАЛЬНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ОШИБОК НАБЛЮДЕНИЙ

Рассмотрим задачу восстановления плотности вероятности случайной величины  $x$  в условиях, когда вместо наблюдений  $\{x^{(s)}\}_1^N$  известны их зашумленные значения  $\{z^{(s)}\}_1^N$ . Для решения задачи применим ядерную оценку плотности вероятности вида:

$$\hat{f}_N(x) = (N)^{-1} \sum_{s=1}^N h_N(x - z^{(s)}) \quad (1)$$

где  $z^{(s)} \in R_n$  – случайные векторные величины,  $h_N(\cdot)$  – весовая функция (ядро оценки).

Введем в рассмотрение множества восстанавливаемых плотностей вероятности и наблюдений, соответственно:

$$f_X(x, \omega) \text{ и } f_Z(z, \omega),$$

здесь  $\omega$  имеет смысл абстрактного параметра, используемого для указания элементов множеств, в частности, в качестве  $\omega$  могут быть приняты параметры некоторых заданных распределений.

Будем характеризовать качество оценивания плотности вероятности значением среднеквадратичной погрешности, вычисляемой в среднем на введенных множествах плотностей вероятности

$$I(N) = M_{z, \omega} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} [f_X(x, \omega) - \hat{f}_N(x)]^2 dx \right\}. \quad (2)$$

В (2) усреднение выполняется по случайным наблюдениям  $\{z^{(s)}\}_1^N$  и по параметру  $\omega$ , в данном случае принятому случайным.

Назовем оптимальным ядро, удовлетворяющее условию:

$$h_N^*(x) = \arg(\min_{h_N} I(N)). \quad (3)$$

Введем характеристические функции плотности вероятности  $f_X(x, \omega)$  при фиксированном  $\omega$  и ее оценки  $\hat{f}_N(x)$ :

$$\Phi_X(jt, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jtx} f_X(x, \omega) dx,$$

$$\hat{\Phi}_X(jt, N) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jtx} \hat{f}_N(x) dx.$$

Простые преобразования дают

$$\hat{\Phi}_X(jt, N) = H_N(jt)N^{-1} \sum_{s=1}^N e^{jtz^{(s)}}, \quad (4)$$

где  $H_N(jt) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jtx} h_N(x) dx$  – частотная характеристика ядра.

По теореме Парсеваля запишем функционал (2) в форме:

$$2\pi I(N) = M_{z, \omega} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} |\Phi_X(jt, \omega) - \hat{\Phi}_X(jt, N)|^2 dt \right\}.$$

Подставляя выражение (4) и выполняя усреднение, получаем

$$I(N) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(jt) dt, \quad (5)$$

$$\Phi(jt) = M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} - H_N(-jt) M_{\omega} \left\{ \Phi_X(jt, \omega) \Phi_Z(-jt, \omega) \right\} -$$

$$- H_N(jt) M_{\omega} \left\{ \Phi_X(-jt, \omega) \Phi_Z(jt, \omega) \right\} + H_N(-jt) H_N(jt) N^{-1} (1 + (N-1) M_{\omega} \left\{ |\Phi_Z(jt, \omega)|^2 \right\}),$$

где  $\Phi_Z(jt, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jtz} f_Z(z, \omega) dx$  – характеристическая функция плотности вероятности зашумленных случайных наблюдений  $\{z^{(s)}\}_1^N$ .

Уравнение оптимальности для задачи (3) выводится аналогично процедуре получения частотного уравнения Винера–Хопфа для линейного стационарного фильтра, оптимального для стационарных случайных процессов:

$$\frac{\partial \Phi(jt)}{\partial H(-jt)} = 0. \quad (6)$$

Решая уравнение (6), получим частотную характеристику оптимального ядра:

$$H_N^*(jt) = \frac{M_{\omega} \left\{ \Phi_X(jt, \omega) \Phi_Z(-jt, \omega) \right\}}{1/N + N^{-1} (N-1) M_{\omega} \left\{ |\Phi_Z(jt, \omega)|^2 \right\}}. \quad (7)$$

Соответствующее минимальное значение среднеквадратичного функционала определяется формулой

$$I^*(N) = (2N)^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} (M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} - H_N^*(jt) M_{\omega} \left\{ \Phi_X(-jt, \omega) \Phi_Z(jt, \omega) \right\}) dt. \quad (8)$$

Если ошибки наблюдений аддитивны

$$z^{(s)} = x^{(s)} + n^{(s)}, \quad (9)$$

случайные величины  $x^{(s)}$  и  $n^{(s)}$  независимы, ошибки наблюдений  $n^{(s)}$  имеют плотность вероятности  $f_n(n, \omega)$  и характеристическую функцию

$$\Phi_n(jt, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jtv} f_n(v, \omega) dv, \text{ то}$$

$$\Phi_Z(jt, \omega) = \Phi_X(jt, \omega) \Phi_n(jt, \omega)$$

и формула (7) преобразуется к виду:

$$H_N^*(jt) = \frac{M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} M_{\omega} \left\{ \Phi_n(-jt, \omega) \right\}}{1/N + N^{-1} (N-1) M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} M_{\omega} \left\{ |\Phi_n(jt, \omega)|^2 \right\}}. \quad (10)$$

Оптимальное ядро  $h_N^*(x)$  вычисляется в силу обратного преобразования Фурье:

$$h_N^*(x) = (2\pi)^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-jtx} H_N^*(jt) dt. \quad (11)$$

Предположим, что плотности вероятности случайных величин  $x^{(s)}$  и  $n^{(s)}$  точно известны, тогда выражение (10) принимает вид:

$$H_N^*(jt) = \frac{|\Phi_X(jt)|^2 \Phi_n(-jt)}{1/N + N^{-1}(N-1)|\Phi_X(jt)|^2 |\Phi_n(jt)|^2}. \quad (12)$$

Имеют место следующие предельные переходы:

$$H_N^*(jt) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{1}{\Phi_n(jt)}, \quad (13)$$

$$I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0. \quad (14)$$

Это означает возможность асимптотически точного восстановления плотности вероятности с помощью ядерной оценки, как при отсутствии шумов, так и при их наличии, последнее верно, если существует оригинал предельной частотной характеристики оптимального ядра:

$$H_N^*(jt) = \frac{1}{\Phi_n(jt)}. \quad (15)$$

Соотношение (12) на классе ядерных оценок (1) дает решение задачи оптимальной фильтрации шумов в задаче восстановления плотности вероятности. Если в (1) принять ядро асимптотически дельтообразным (при  $N \rightarrow \infty$  весовая функция  $h_N(x) \rightarrow \delta(x)$ ), то  $\hat{f}_N(x)$  дает оценку плотности вероятности случайных величин  $\{z^{(s)}\}_1^N$ , а не интересующую нас плотность вероятности величин  $\{x^{(s)}\}_1^N$ . Асимптотически дельтообразное ядро, вообще говоря, не обладает фильтрующими свойствами, необходимыми для подавления ошибок измерения, тем более для их оптимального подавления.

Оптимизация на множествах случайных плотностей вероятности делает задачу практически более содержательной, поскольку оптимальное ядро (10) зависит не от оцениваемой неизвестной плотности вероятности, как это имеет место в (12), а от некоторых ее средних свойств. Одновременно такой способ описания множеств функций  $f_X(x, \omega)$ ,  $f_n(n, \omega)$  позволяет учесть в определенной степени их особенности, определяющие вид ядер оценок.

При отсутствии ошибок наблюдений функционал (5) преобразуется к виду

$$I(N) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(jt) dt, \quad (16)$$

$$\Phi(jt) = M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} - (H_N(jt) + H_N(-jt)) M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\} +$$

$$+ H_N(jt) H_N(-jt) N^{-1} (1 + (N-1) M_{\omega} \left\{ |\Phi_X(jt, \omega)|^2 \right\}),$$

оптимальное решение тогда дается уравнением

$$H_N^*(jt) = \frac{M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}}{1/N + N^{-1}(N-1)M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}}. \quad (17)$$

Оптимальное ядро (17), определенное на множестве случайных плотностей вероятности, асимптотически дельтообразно и дает точное решение задачи при отсутствии ошибок наблюдений:

$$h_N^*(x) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \delta(x), \quad I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0.$$

Следовательно, оптимальная оценка сходится к восстанавливаемой вероятности либо при отсутствии помехи, либо при точно известной ее плотности вероятности.

Асимптотические свойства оптимальных оценок устанавливаются следующей теоремой. Будем называть оценку  $\hat{f}_N(x)$  плотности вероятности состоятельной в среднем квадратичном порядке  $P(N)$ , если

$$P(N)I(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} c, \quad 0 < c < \infty, \quad P(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \infty. \quad (18)$$

Величина  $1/P(N)$  определяет скорость сходимости оценки плотности вероятности. Для обсуждения асимптотических свойств функционалов (8) и (16) достаточно определить поведение характеристических функций  $\Phi_X(jt, \omega)$  и  $\Phi_n(jt, \omega)$  при  $|t| \rightarrow \infty$ .

### Теорема.

1. Пусть  $M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}$  убывает с увеличением  $t$  как  $1/|t|^{2p}$ ,  $p > 1/2$  и  $K = \lim_{|t| \rightarrow \infty} (|t|^{2p} M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\})$ .

Тогда для оптимального значения функционала (16) имеем

$$N^{1-1/2p} I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} K^{1/2p} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{1 + |t|^{2p}}. \quad (19)$$

2. Пусть  $M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}$  убывает с увеличением  $t$  не медленнее, чем  $A \exp(-2p|t|)$ ,  $0 < A < \infty$ ,  $p > 0$  и

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \int_0^1 \left[ 1 + \exp(2pv) M_\omega \left\{ \Phi_X(jvt, \omega)^2 \right\} \right]^{-1} dt = 0.$$

Тогда для оптимального значения функционала (16) имеем

$$\frac{N}{\log(N)} I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi p}. \quad (20)$$

3. Пусть  $M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}$  и  $M_\omega \left\{ \Phi_n(jt, \omega)^2 \right\}$  убывают с увеличением  $t$  как  $1/|t|^{2p}$ ,  $p > 1/2$  и

$$K_1 = \lim_{|t| \rightarrow \infty} (|t|^{2p} M_\omega \left\{ \Phi_X(jt, \omega)^2 \right\}),$$

$$K_2 = \lim_{|t| \rightarrow \infty} (|t|^{2p} M_\omega \left\{ \Phi_n(jt, \omega)^2 \right\}).$$

Тогда для оптимального значения функционала (8) при наблюдениях (9) имеем

$$N^{1/2-1/4p} (I^*(N) - I_0^*) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} (K_1^{1/2p+1} K_2^{1/2p-1})^{1/2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|t|^{2p} dt}{1 + |t|^{4p}}, \quad (21)$$

где  $I_0^*$  - асимптотическая среднеквадратичная погрешность оценок (1). Если плотность вероятности ошибок наблюдений точно известна, то  $I_0^* = 0$ .

Доказательство теоремы приведено в работе [1]. Анализ утверждений теоремы показывает: наличие ошибок наблюдений замедляет скорость сходимости оптимальных оценок.

Рассмотрим ядерные оценки с параметром сглаживания при наличии ошибок наблюдений. Используем для восстановления плотности вероятности по зашумленным данным  $z^{(s)}$  оценки, предложенные Парзенем [2]:

$$\hat{f}_N(x, \delta) = (N\delta)^{-1} \sum_{s=1}^N h((x - z^{(s)})/\delta), \quad h(u) = h(-u), \quad (22)$$

где  $\delta > 0$  - параметр сглаживания оценки.

Качество оценок (22) будем характеризовать функционалом

$$I_N(\delta) = M_Z \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} [f_X(x) - \hat{f}_N(x, \delta)]^2 dx \right\}. \quad (23)$$

Легко показать, что в предположении достаточной гладкости функции  $f_Z(x)$  оптимальное в смысле минимума функционала (23) значение  $\delta^*$  определяется уравнением

$$\delta^5 H^2 \int_{-\infty}^{\infty} (f_Z''(x))^2 dx - N^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} h^2(u) du + 2\delta^3 H \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx = 0, \quad (24)$$

где  $\Delta(x) = f_Z(x) - f_X(x)$ ,  $H = \int_{-\infty}^{\infty} h(u)u^2 du$ .

Рассмотрим два случая:

1) если  $H \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx > 0$ , то справедливы следующие соотношения:

$$\delta^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0, \quad I_N(\delta^*) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2(x) dx;$$

2) если  $H \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx < 0$ , то решение уравнения (24) имеет вид

$$\delta^*(N) = \delta^\circ + \Delta\delta(N),$$

$$\text{где } \delta^\circ = \left\{ \frac{2 \left| \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx \right|^2}{H \int_{-\infty}^{\infty} (f_Z''(x))^2 dx} \right\} - \text{асимптотически (при } N \rightarrow \infty) \text{ оптималь-}$$

ное значение параметра сглаживания,



$$\Delta\delta(N) \cong \frac{\int_{-\infty}^{\infty} h^2(u) du \int_{-\infty}^{\infty} (f_Z''(x))^2}{8N \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx \right\}^2}.$$

При этом

$$I_N(\delta^*) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2(x) dx - \frac{\left\{ \int_{-\infty}^{\infty} f_Z''(x) \Delta(x) dx \right\}^2}{\int_{-\infty}^{\infty} (f_Z''(x))^2 dx}. \quad (25)$$

В первом случае оптимальное значение параметра сглаживания стремится к нулю, оценка (22) в пределе дает точное значение плотности вероятности зашумленных наблюдений  $f_Z(x)$  с ошибкой  $\Delta(x) = f_Z(x) - f_X(x)$  относительно требуемой плотности  $f_X(x)$ .

Во втором случае целесообразно отказаться от стремления к нулю параметра  $\delta$ , сглаживание улучшает оценку. Выражение, вычитаемое из правой части (25), показывает повышение точности оценивания.

Условия 1) и 2) разделяют ситуации, когда введение усреднения с малым параметром сглаживания не дает или дает выигрыш в точности.

Проведенный анализ показывает:

- ядерные оценки (22) даже при оптимальном выборе параметра сглаживания не состоятельны;
- оптимальное значение параметра сглаживания, вообще говоря, не стремится к нулю.
- ядро оценки в формуле (1) не содержит параметр локальности  $\delta$ , и зависимость оптимального ядра (3) от объема выборки  $N$  оказывается иной, чем в оценках парзеновского типа (22).

**Оптимальные ядра оценки плотности вероятности (1) в отсутствии шума.**

А. Распределение Коши:

$$f(x) = \frac{1}{\pi(1+x^2)}, \quad \Phi(jt) = e^{|t|},$$

$$h_N^*(x) = \frac{(N-1)e^{-\pi x/2} \sin(x/2 \log(N-1)) + 2N/\pi \sum_{r=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{1-N} \right]^{r+1} \frac{r}{x^2 + 4r^2}}, \quad (26)$$

$$I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{\log N}{2\pi N}.$$

В. Гамма-распределение:

$$f(x) = x^{p-1} e^{-x} / \Gamma(p), \quad p > 0, \quad \Phi(jt) = (1-jt)^{-p},$$

$$p=1: \quad h_N^*(x) = \sqrt{N} / 2e^{-|x|\sqrt{N}};$$

$$p=2: \quad h_N^*(x) = N^{3/4} / 2\sqrt{N-1} \exp(-xN^{1/4} \sin \alpha / 2) \cos(|x|N^{1/4} \cos \alpha / 2 - \alpha / 2),$$

$$\alpha = \pi - \arctg(N-1)^{1/2};$$

$$\forall p: h_N^*(x) = \frac{N}{p(N-1)^{1-1/2p}} \sum_{l=0}^m \exp\left\{-x(N-1)^{1/2p} \sin(2l+1\pi/p)\right\} * \sin\left\{x(N-1)^{1/2p} \cos\frac{2l+1}{2p}\pi + \frac{2l+1}{2p}\pi\right\}, \quad (27)$$

где

$$m = \begin{cases} (p/2)-1, & p - \text{четное} \\ (p-1)/2, & p - \text{нечетное} \end{cases};$$

$$I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{N^{-1+1/2p}}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{1+t^{2p}}.$$

С. Плотность вероятности  $f(x) = \frac{1-\cos x}{\pi x^2}$  с финитной характеристической функцией:

$$\Phi(jt) = \begin{cases} 1-|t|, & |t| \leq 1 \\ 0, & |t| > 1 \end{cases},$$

$$h_N^*(x) = \frac{N}{\pi(N-1)} \left\{ \frac{\sin x}{x} - \int_0^1 \frac{\cos tx}{1+(N-1)(1-t)^2} dt \right\},$$

$$I^*(N) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \frac{1}{\pi N}.$$

В данном случае асимптотически достигается максимально возможная скорость сходимости  $O(N^{-1})$ .

**Примеры ядер, оптимальных при наличии случайных ошибок.** Аналитические результаты удается получить для весьма ограниченного числа ситуаций.

А. Ошибка  $n^{(s)}$  – постоянная величина, принимающая значение  $\xi$ :

$$f_n(n) = \delta(n-\xi), \quad \Phi_n(jt) = e^{jt\xi},$$

тогда

$$h_N^*(x) = \bar{h}_N^*(x+\xi), \quad (28)$$

где  $\bar{h}_N^*(x)$  – оптимальное ядро, полученное из решения задачи (3) при отсутствии ошибок наблюдений, т.е. определяемое формулой (17). Оптимальное решение (28) отличается от случая отсутствия шума смещением аргумента на величину  $\xi$ .

В. Для экспоненциального распределения

$$f_n(n) = e^{-n}, \quad n \geq 0, \quad \Phi_n(jt) = (1-jt)^{-1}$$

получаем

$$h_N^*(x) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \delta(x) + \delta'(x),$$

$$\delta'(x) = \frac{d\delta(x)}{dx}, \quad (29)$$

где  $\delta(x)$  – дельта-функция Дирака.

Это один из немногих случаев, когда для  $1/\Phi_n(jt)$  существует оригинал и, следовательно, предельное оптимальное ядро вычисляется аналитически и не зависит от восстанавливаемой плотности вероятности  $f_x(x)$ .

С. Пусть плотности вероятности случайных величин  $x^{(s)}$  и  $n^{(s)}$  суть гамма-распределения:

$$f_n(x) = x^{p-1}e^{-x} / \Gamma(p), \quad p > 0, \quad f_x(x) = x^p e^{-x} / \Gamma(p+1). \quad (30)$$

Тогда

$$h_N^*(x) = \bar{h}_N^*(x) + \frac{d\bar{h}_N^*(x)}{dx},$$

где  $\bar{h}_N^*(x)$  – ядро при отсутствии ошибок наблюдения (27).

Д. Помеха гауссова:

$$f_n(x) = N(0,1), \quad \Phi_n(jt) = e^{-t^2/2}.$$

Оптимальные ядра для нормально распределенной случайной величины  $x$  построены численно и приведены на рис. 1.

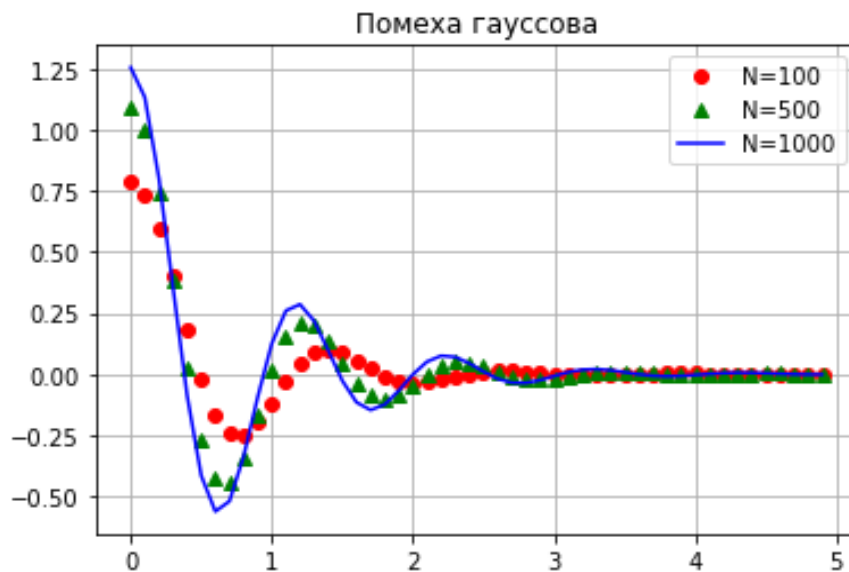


Рис. 1. Оптимальные ядра для плотности вероятности  $f(x)=N(0,1)$

Е. Помеха равномерная:

$$f_n(x) = \begin{cases} 1/2, & |x| \leq 1 \\ 0, & |x| > 1 \end{cases}, \quad \Phi_n(jt) = \sin t / t.$$

Оптимальные ядра для нормально распределенной случайной величины  $x$  построены численно и приведены на рис. 2.

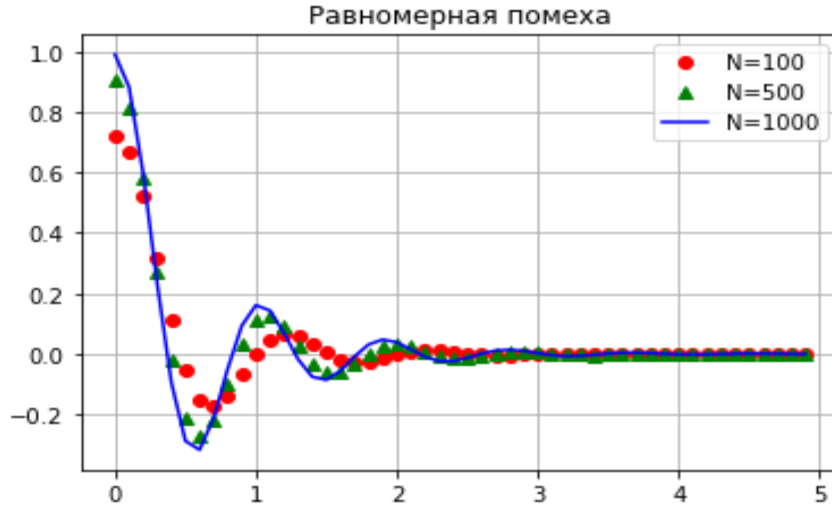


Рис. 2. Оптимальные ядра для плотности вероятности  $f(x)=N(0,1)$

**Ядра, оптимальные на классах случайных плотностей вероятности.** Введем множество случайных плотностей вероятности, усредненных по параметрам гауссовского распределения.

А. Пусть  $f_X(x) = N_x(a, \sigma^2)$ ,  $a$  – фиксированное значение,  $\sigma^2$  – случайная величина с плотностью вероятности  $p(\sigma^2) = \exp(-\sigma^2)$ .

Тогда при отсутствии шума решение (17) даст

$$h_N^*(x) = \sqrt{N} / 2 \exp(-|x|\sqrt{N}), \quad h_N^*(x) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \delta(x).$$

В. Пусть  $f_X(x) = N_x(a, \sigma^2)$ ,  $f_n(x) = N_n(0, \sigma_n^2)$ ,  $a$  – фиксированное значение,  $\sigma^2$ ,  $\sigma_n^2$  – случайные величины с плотностями вероятности  $p(\sigma^2) = \exp(-\sigma^2)$ ,  $p_n(\sigma_n^2) = \exp(-\sigma_n^2)$ .

Если ошибки наблюдений аддитивны, тогда в результате решения (10) получим

$$h_N^*(x) = \exp(-|x|\sqrt{2}) / \sqrt{2} + \exp(-|x|\sqrt{(\sqrt{N}+1)/2}) * N^{1/4} \cos(x\sqrt{(\sqrt{N}-1)/2} - \alpha \sin x),$$

где  $\alpha = \arcsin((\sqrt{N}-1)\sqrt{\sqrt{N}+1} - \sqrt{\sqrt{N}-1}) / (N^{1/4} \sqrt{2\pi})$ ,

$$h_N^*(x) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \delta(x) - \exp(-|x|\sqrt{2}) / \sqrt{2}.$$

Общие качественные выводы сводятся к следующему:

1. В данной работе задача оптимизации весовых функций ядерных оценок плотности вероятности при наличии ошибок наблюдений сведена к задаче оптимальной фильтрации шумов.

2. Фильтрация тем эффективнее, чем существеннее различие характеристических функций помехи и восстанавливаемой плотности вероятности.

3. Асимптотически дельтообразное ядро, оптимальное при отсутствии шума, не обладает фильтрующими свойствами, необходимыми для подавления ошибок наблюдений.

4. Развитый подход является обобщением результатов работы [2], в которой рассмотрена задача оптимизации параметра сглаживания  $\delta_N$  весовой функции парзеновской оценки в отсутствие шума.

### **Библиографический список**

1. Катковник В.Я. Синтез оптимальных ядерных оценок плотности вероятности и ее производных при наличии ошибок наблюдений / В.Я. Катковник, Н.Г. Полетаева. – Кибернетика и вычислительная техника. – Киев: Наук. думка, 1985. – вып. 67, стр. 9-21.
2. Полетаева Н.Г. Решение научных задач с применением языка программирования Python/ Информационные системы и технологии: теория и практика. Сборник научных трудов. – СПб.: СПбГЛТУ, 2017. – вып. 9, стр. 76-84.
3. Лапко А.В. Непараметрические системы обработки неоднородной информации / А.В. Лапко, В.А. Лапко. – Новосибирск: Наука, 2007. – 197 с.
4. Van Ryzin I. On strong consistency of density estimators. – Ann. Math. Statist., 1969. – Vol. 40, p. 1765-1772.

**Л.Г. Пушкарева** ассистент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
umo.ftu@mail.ru

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ТЕХНИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СПбГЛТУ**

Материальная ответственность предполагает обязанность работника нести ответственность за вверенное ему имущество и отвечать за любые действия, производимые с ним [1].

Лицо, с которым заключен договор о материальной ответственности, обязано принимать участие в следующих процедурах:

1. Ежегодная инвентаризация имущества [2].
2. Текущая проверка сохранности имущества.
3. Организация движения активов с оформлением соответствующей документации.

Вся документация, содержащая сведения об имущественном комплексе, хранится в *бумажном виде* у ответственного лица. Электронная форма документации доступна исключительно в бухгалтерии, у которой установлено соответствующее программное обеспечение.

Учёт движения материальных активов – это трудоёмкий процесс, требующий строгой систематизации и хранения всех документов, подтверждающих те или иные операции, производимые с имуществом.

Документы, в основном, хранятся в табличной форме, благодаря чему их можно перевести в электронную форму, что значительно облегчит процесс обработки данных.

Автоматизации учёта материальных ценностей преследует следующие цели:

- Учет и контроль наличия и движения материальных и технических активов внутри структурного подразделения без использования специализированных программ бухгалтерского учета.
- Удобный формат доступа к данным посредством запросов, форм и отчётов.
- Фиксация всех операций, производимых над объектами материального учета.

Наиболее оптимальный способ организации хранения данных материального учёта – это использование современных систем управления базами данных.

В рамках автоматизации учёта материальных ценностей структурного подразделения СПбГЛТУ будет разработана база данных для хранения данных учёта технических и материальных активов, а также приложение, обеспечивающее доступ к этим данным и их оптимальное представление.

В качестве СУБД будет использован MS Access 2007, предоставляющий широкий спектр возможностей для разработки баз данных [3]. Представление данных будет формироваться посредством форм, запросов и отчётов.

Разработка приложения начинается с проектирования схемы базы данных (см. рис. 1).

Схема базы данных должна отражать все существующие в реальности сущности и связи между ними. В качестве основных сущностей можно выделить:

1. *Подразделение.* В общем виде, подразделение представляет собой совокупность отделов, между которыми равномерно распределены материальные и технические ценности.
2. *Категория.* Все материальные ценности следует распределить на категории для упрощения фильтрации и отбора требуемых данных.
3. *Счета.* Сущность отражает информацию о материальных ценностях, сгруппированных в отдельные счета в том порядке, в котором они были зарегистрированы в рамках бухгалтерского учёта.
4. *Активы.* Содержит подробную информацию о материальных и технических активах: инвентарный номер, наименование, количество, цена.

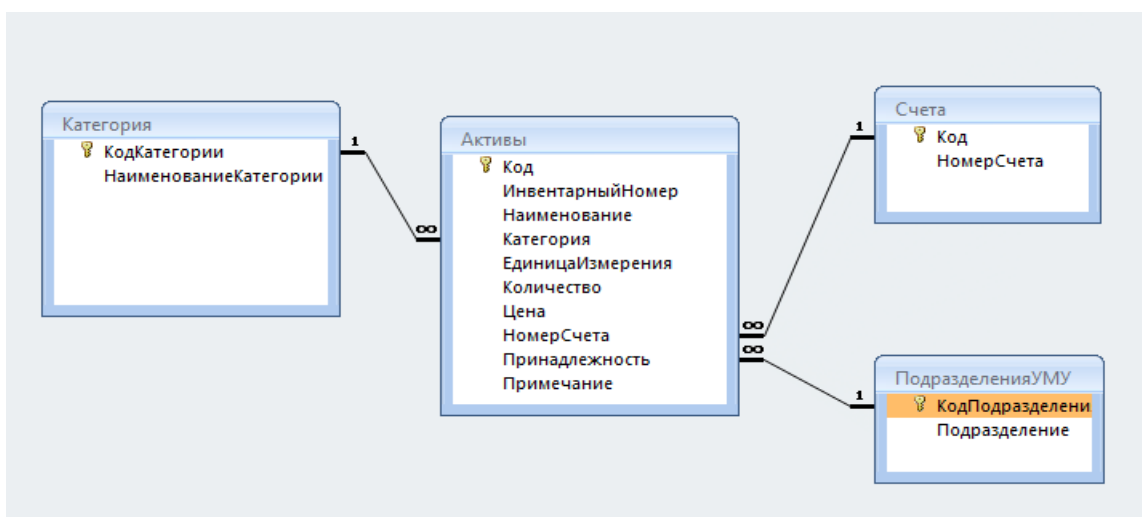


Рис. 1 Схема базы данных

Для учёта материальных и технических активов была разработана специальная форма, которая позволяет внести информацию о конкретной материальной единице, а также её характеристиках и принадлежности (см. рис. 2).

Учет материальных и технических активов

Код	<input type="text" value="1"/>
Инвентарный номер	<input type="text" value="2101340001611323"/>
Наименование	<input type="text" value="ПК (системный блок) KEY BIZ"/>
Категория	<input type="text" value="Компьютеры"/>
Единица измерения	<input type="text" value="шт."/>
Количество	<input type="text" value="1"/>
Цена	<input type="text" value="16 291,20р."/>
Номер счета	<input type="text" value="0706000000000244210134000"/>
Принадлежность	<input type="text" value="Диспетчерская"/>
Примечание	<input type="text"/>

Рис. 2 Форма для учета материальных и технических активов

После занесения требуемой информации в базу данных формируется инвентаризационная ведомость. Для удобства работы необходимо предусмотреть возможность выборки и фильтрации информации по категориям и принадлежности (см. рис. 3).

**Учет технических и материальных активов**

Подразделение:  Категория:   Отображать пустые

Код	Инвентарный номер	Наименование	Категория	ЕдИзм	Кол-во	Цена	Стоимость	Номер счета	Принадлежность	Примечание
61	410136001634157	Стол Арго	Мебель	шт.	1	3 883,90р.	3 883,90р.	070600000000002 44410136000	Группа автоматизации учебного процесса	
74	410136001631444	Стеллаж закрытый 500*2100 2005	Мебель	шт.	1	5 082,50р.	5 082,50р.	070600000000002 44410136000	Группа автоматизации учебного процесса	
76	410136001631446	Стеллаж со стеклом 2005	Мебель	шт.	1	5 157,40р.	5 157,40р.	070600000000002 44410136000	Группа автоматизации учебного процесса	
78	410136001633202	Стол угловой	Мебель	шт.	1	3 855,60р.	3 855,60р.	070600000000002 44410136000	Группа автоматизации учебного процесса	
91	410136001631447	Шкаф д/одежды 2005	Мебель	шт.	1	4 962,66р.	4 962,66р.	070600000000002 44410136000	Группа автоматизации учебного процесса	

**Рис. 3.** Форма выборки и фильтрации данных

Данная форма предоставляет пользователю следующие возможности:

- Фильтрация данных по категориям и принадлежности;
- Печать отчёта либо по всем данным, либо по отобранным данным.

Внешний вид отчёта с установленными фильтрами представлен на рис. 4.

**Учет технических и материальных активов**

Отчет от

Принадлежность:  Категория:

Код	Инвентарный номер	Наименование	ЕдИзм	Количество	Цена	Стоимость	Примечание
61	410136001634157	Стол Арго	шт.	1	3 883,90р.	3 883,90р.	
74	410136001631444	Стеллаж закрытый 500*2100 2005	шт.	1	5 082,50р.	5 082,50р.	
76	410136001631446	Стеллаж со стеклом 2005	шт.	1	5 157,40р.	5 157,40р.	
78	410136001633202	Стол угловой	шт.	1	3 855,60р.	3 855,60р.	
91	410136001631447	Шкаф д/одежды 2005	шт.	1	4 962,66р.	4 962,66р.	

Общая стоимость

**Рис. 4.** Внешний вид отчёта

Отчёт предназначен для визуального отображения требуемой информации. С его помощью пользователь всегда будет обладать актуальными данными о движении материальных и технических активов в своём подразделении.

Одной из задач материально ответственного лица является проведение необходимых операций с доверенным ему имуществом: разуконплектация и передача имущества в другие подразделения и кафедры университета, а также списание активов.

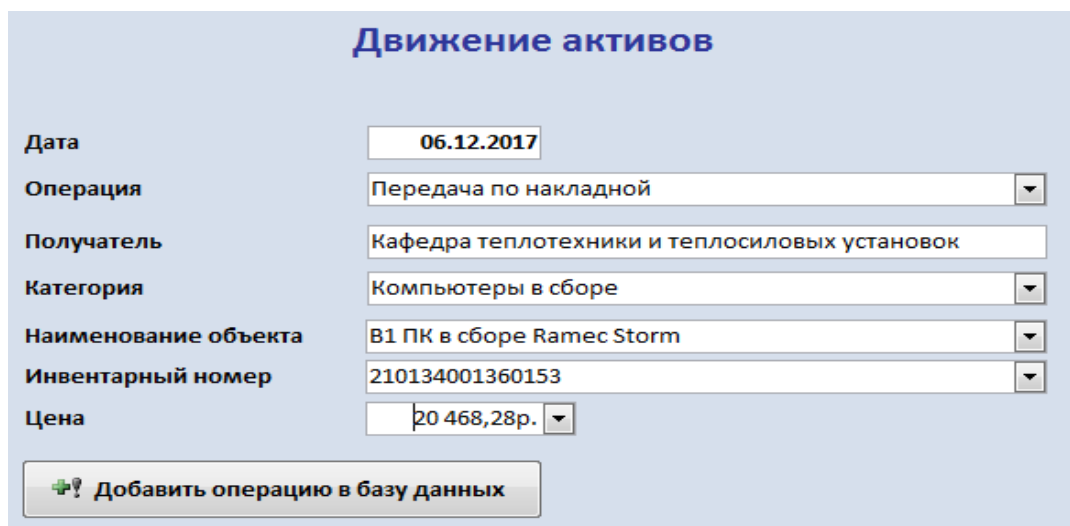
С целью фиксации движения активов была разработана специальная форма (рис. 5).

При выборе категории в поле «Наименование объекта» автоматически загружаются все соответствующие поля из таблицы «Активы». Поле «Операция» содержит фиксированный набор наименований операций,



производимых с имуществом. Информация о производимых операциях содержится в отдельной таблице базы данных «*Операции*».

В результате было разработано приложение для учёта технических и материальных ценностей структурного подразделения СПб ГЛТУ. Приложение выполняет требуемые задачи и подлежит дальнейшей оптимизации с целью улучшения функциональных возможностей по мере необходимости.



Движение активов	
Дата	06.12.2017
Операция	Передача по накладной
Получатель	Кафедра теплотехники и теплосиловых установок
Категория	Компьютеры в сборе
Наименование объекта	В1 ПК в сборе Ramec Storm
Инвентарный номер	210134001360153
Цена	20 468,28р.

Добавить операцию в базу данных

Рис. 5 Форма для фиксации движения активов

### Библиографический список

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) . Глава 39 «Материальная ответственность работника».
2. Василенко О.Ю. Порядок и правила проведения инвентаризации в бюджетных учреждениях. Учебно-методическое пособие. Омск, Изд-во ОмГУ. 2006 г. – 20 с.
3. Днепров А.В. Microsoft Access 2007. Санкт-Петербург, Изд-во Питер. 2008 г. – 240 с.

**К.М. Сусь**, магистр  
СПбГЛТУ  
[ist@spbftu.ru](mailto:ist@spbftu.ru)

**С.П. Хабаров**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
[Serg.Habarov@mail.ru](mailto:Serg.Habarov@mail.ru)

## К БЕСПРОВОДНОЙ ТОЧКЕ ДОСТУПА

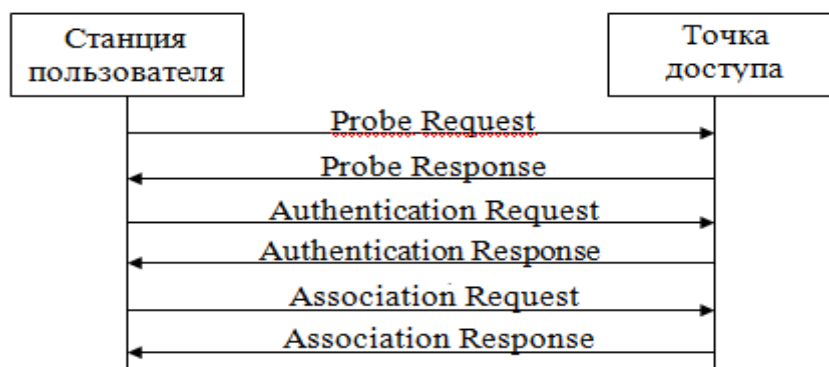
Маршрутизатор, или роутер, есть практически в любой квартире. При этом не многие знают, что помимо стандартного режима маршрутизатора роутер можно настроить на различные режимы работы. Один из них – это режим репитера, который позволяет расширить уже существующую Wi-Fi сеть за счет еще одного роутера. Применяют режим ретранслятора, как в домашних условиях, так и в общественных местах для усиления уровня сигнала. Другой популярный режим – это режим точки доступа. В данной конфигурации роутер работает в режиме свитча и просто транслирует трафик без каких-либо операций с ним. Если к Wi-Fi точке подключается несколько устройств, то пропускная способность между ними делится поровну, как в простейшем коммутаторе.

Согласно стандарту IEEE 802.11 установление связи и обмен данными между узлами Wi-Fi сети осуществляется с помощью фреймов, фрагментов данных протокола канального уровня модели OSI. Они передаются между узлами сети по радиоканалу и бывают трёх типов: фреймы данных, фреймы управления и фреймы контроля.

Во фреймах передается большое количество служебной информации, такой как: тип фрейма, версия протокола 802.11, состояние режима энергосбережения и т.д. Фреймы данных используются для передачи какой-либо пользовательской информации, тело такого фрейма может содержать, например, HTML страницу или какой-либо файл. В общем случае структура фрейма содержит физический адрес отправителя и получателя, номер фрейма в очереди передачи, тело фрейма, которое переносит данные более высоких уровней модели OSI, и контрольную сумму для проверки фрейма на целостность.

Особую роль в процессе подключения и установлении связи между узлами сети играют фреймы контроля и управления, которые в своем теле содержат специфическую информацию, например, временные отметки или ключ аутентификации. Для захвата фреймов с целью исследования процесса взаимодействия устройств в момент подключения и установления связи будет использоваться Microsoft Network Monitor.

В соответствии со стандартом IEEE 802.11 процесс подключения узла беспроводной сети к точке доступа включает в себя шесть шагов, в процессе которых отдельные устройства обмениваются между собой шестью фреймами управления, которые имеет совершенно различную структуру и назначение (рис. 1).



**Рис 1.** Схема передачи служебных фреймов в процессе подключения к сети

Рассмотрим этот процесс на примере подключения реального беспроводного устройства к защищённой сети, захватив при этом весь беспроводной трафик, циркулирующий в этот момент между этими двумя устройствами. Одно из них, а именно станция пользователя, имеет MAC-адрес 98:b8:e3:92:71:5d, а второе, которым является точка доступа, имеет MAC-адрес 08:ea:44:0c:35:57.

Выполненный в процессе подключения захват пакетов (рис. 2) подтвердил, что реализуемый этими устройствами алгоритм полностью соответствует базовому стандарту IEEE 802.11

98:b8:e3:92:71:5d	ff:ff:ff:ff:ff:ff	802.11	135	Probe Request, SN=43, f
08:ea:44:0c:35:57	98:b8:e3:92:71:5d	802.11	357	Probe Response, SN=274,
98:b8:e3:92:71:5d	08:ea:44:0c:35:57	802.11	41	Authentication, SN=44,
08:ea:44:0c:35:57	98:b8:e3:92:71:5d	802.11	30	Authentication, SN=256,
98:b8:e3:92:71:5d	08:ea:44:0c:35:57	802.11	140	Association Request, SN
08:ea:44:0c:35:57	98:b8:e3:92:71:5d	802.11	193	Association Response, S

**Рис 2.** Захват служебных фреймов в процессе подключения к сети

Прежде чем подключиться к какой-либо сети, компьютер должен её найти. Чтобы определение сети было возможно клиентскими устройствами, точка доступа отправляет широковещательные пакеты для анонсирования своего присутствия и предоставления необходимой информации.

Такие пакеты получили название beacon (или биконы). Точки доступа безостановочно рассылают биконы в радио эфир всем доступным в их зоне вещания клиентам. Происходит это через определенный интервал времени, стандартный интервал рассылки составляет 100мс.

Структура фрейма бикона, захваченного от точки доступа, представлена на рис. 3, откуда явно видно, какую информацию содержит этот фрейм. Это имя сети (SSID), поддерживаемая частота передачи данных, текущий канал работы, информация о производителе, стандарт сети, уровень сигнала, и так далее.

Имея эту информацию, в частности имя сети, клиент может выполнить подключение именно к той сети, которая ему необходима. Рассмотрим этот процесс достаточно подробно и во всех деталях его реализации.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....</li> <li>▾ IEEE 802.11 wireless LAN <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Fixed parameters (12 bytes)</li> <li>▾ Tagged parameters (146 bytes) <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Tag: SSID parameter set: Easy Network</li> <li>▸ Tag: Supported Rates 1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), 9, 18, 36, 54</li> <li>▸ Tag: DS Parameter set: Current Channel: 13</li> <li>▸ Tag: Extended Supported Rates 6, 12, 24, 48, [Mbit/sec]</li> <li>▸ Tag: Country Information: Country Code RU, Environment Any</li> <li>▸ Tag: Traffic Indication Map (TIM): DTIM 0 of 0 bitmap</li> <li>▸ Tag: ERP Information</li> <li>▸ Tag: Vendor Specific: Microsof: WPA Information Element</li> <li>▸ Tag: RSN Information</li> <li>▸ Tag: Vendor Specific: Microsof: WMM/WME: Parameter Element</li> <li>▸ Tag: QBSS Load Element 802.11e CCA Version</li> <li>▸ Tag: Vendor Specific: RalinkTe</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Frame 66: 214 bytes on wire (1712 bits)</li> <li>▸ NetMon 802.11 capture header</li> <li>▾ 802.11 radio information <ul style="list-style-type: none"> <li>PHY type: 802.11g (6)</li> <li>Data rate: 1.0 Mb/s</li> <li>Channel: 13</li> <li>Frequency: 2472MHz</li> <li>Signal strength (dBm): -42dBm</li> <li>TSF timestamp: 131625014747494101</li> <li>▸ [Duration: 1552µs]</li> </ul> </li> </ul>
---	--

**Рис 3.** Информация, передаваемая фреймом бикона

### Шаг 1. Probe Request

Пользовательская станция отправляет фрейм управления Probe Request, чтобы определить находится ли точка доступа в её зоне покрытия. Пробные запросы позволяют выяснить, какие точки доступа находятся в зоне покрытия. Рассылка Probe Request начинается, когда пользовательская станция получает бикон.

Данные фреймы рассылаются как при подключенной Wi-Fi сети, так и без подключения к ней. Стоит отметить, что фреймы Probe Request рассылаются лишь в режиме активного сканирования. В режиме пассивного сканирования отправка фреймов точкам доступа не происходит, в этом режиме пользовательская станция занимается прослушиванием биконов.

### Шаг 2. Probe Response

Точка доступа в ответ на Probe Request отсылает клиенту информацию о поддерживаемых ею стандартах, доступных ей скоростях передачи и другую информацию о функционале.

```

▾ IEEE 802.11 Probe Response, Flags: .....
  Type/Subtype: Probe Response (0x0005)
  ▾ Frame Control Field: 0x5000
    .... ..00 = Version: 0
    .... 00.. = Type: Management frame (0)
    0101 .... = Subtype: 5
    ▸ Flags: 0x00
    .000 0001 0011 0000 = Duration: 304 microseconds

```

**Рис. 4.** Структура фрейма Probe Response

### Шаг 3 и 4. Authentication Frame

Станция отправляет к точке доступа фрейм Authentication Request с нужной для идентификации информацией. Если сеть является открытой, точка доступа вернёт ответ Successful (рис. 5). В случае успешной аутентификации, точка доступа ответит фреймом аутентификации, содержащим специальную тестовую последовательность.

```

▸ IEEE 802.11 Authentication, Flags: .....
▾ IEEE 802.11 wireless LAN
  ▾ Fixed parameters (6 bytes)
    Authentication Algorithm: Open System (0)
    Authentication SEQ: 0x0002
    Status code: Successful (0x0000)

```

**Рис. 5.** Ответ от станции с кодом «Удачно»

Станция отвечает зашифрованной версией тестовой последовательности. Точка доступа сравнивает свой ключ с ключом зашифрованным станцией, в случае совпадения считается, что станция использует корректный ключ. В результате проверки точка доступа отвечает фреймом аутентификации, содержащим результат аутентификации.

### **Шаг 5. Association request**

Станция отсылает запрос на ассоциацию, который содержит информацию о радиокarte устройства (поддерживаемые скорости передачи данных и т.п.) и SSID(Имя сети), с которой устройство хочет быть ассоциировано.

### **Шаг 6. Association response**

После получения запроса на ассоциацию точка доступа решает вопрос по ассоциированию со станцией и, если принято положительное решение, резервирует область памяти и формирует идентификатор сессии для конкретной радиокарты (рис. 6).

```

▾ IEEE 802.11 Association Response, Flags: .....
  Type/Subtype: Association Response (0x0001)
  ▾ Frame Control Field: 0x1000
    .... ..00 = Version: 0
    .... 00.. = Type: Management frame (0)
    0001 .... = Subtype: 1
  ▸ Flags: 0x00

```

**Рис 6.** Получение ответа на фрейм по ассоциации

На данном шаге процесс подключения к сети завершается. После подключения точка доступа не перестает отправлять биконы остальным устройствам в зоне её покрытия.

### **Использование точки доступа в режиме повторителя**

Для расширения дальности покрытия и усиления уровня сигнала точка доступа может использоваться в качестве повторителя. В этом режиме она находит основную сеть и полностью копирует её конфигурацию.

Определить, что в зоне радио покрытия появился повторитель можно, если выполнить просмотр доступных беспроводных сетей из командной строки, выполнив в ней команду netsh wlan show networks mode=bssid.

Из результата выполнения этой команды (рис. 7) видно, что имя сети (SSID) не изменилось, а добавился еще один BSSID, который однозначно определяется MAC-адресом повторителя. Таким образом, в настоящее время одна и та же сеть поддерживается двумя физическими устройствами с разными MAC-адресами.

```

SSID 19: Redmi
  Тип сети:                Инфраструктура
  Проверка подлинности:   WPA2-Personal
  Шифрование:             CCMP
  BSSID 1:                00:ec:0a:12:13:1b
    Сигнал:                100%
    Тип радио:             802.11n
    Канал:                 11
    Базовая скорость <мбит/с>: 1 2 5.5 11
    Другие скорости <мбит/с>: 6 9 12 18 24 36 48 54
  BSSID 2:                60:a4:4c:3b:7f:4c
    Сигнал:                100%
    Тип радио:             802.11n
    Канал:                 11
    Базовая скорость <мбит/с>: 1 2 5.5 11
    Другие скорости <мбит/с>: 6 9 12 18 24 36 48 54

```

Рис. 7. Просмотр сетей в режиме bssid через командную строку

При этом рассылка биконов идет с обоих устройств, а подключение будет выполняться к той точке доступа, которая имеет более мощный и устойчивый сигнал. По мере передвижения подключающегося устройства, оно может переключаться между точками доступа.

```

55 XiaomiCo Broadcast 802.11 Beacon frame, SN=2770, SSID=Redmi
56                               <Ignored>
57                               <Ignored>
58 AsustekC Broadcast 802.11 Beacon frame, SN=2404, SSID=Redmi

```

Рис 8. Фреймы биконов с основной точки доступа и с повторителя

Изменения в структуре фреймов между повторителем и основной сетью, могут заключаться в длине фрейма. Если, например, одна из точек доступа имеет большие возможности, чем другая (рис. 9).

<pre> ▸ Frame 58: 310 bytes on wire (2480 bits), ▸ NetMon 802.11 capture header ▸ 802.11 radio information   PHY type: 802.11n (7)   Data rate: 1.0 Mb/s   Channel: 12   Frequency: 2467MHz   Signal strength (dBm): -45dBm   TSF timestamp: 131626544369184331 ▸ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: ..... ▸ IEEE 802.11 wireless LAN </pre>	<pre> ▸ Frame 55: 208 bytes on wire (1664 bits), ▸ NetMon 802.11 capture header ▸ 802.11 radio information   PHY type: 802.11n (7)   Data rate: 1.0 Mb/s   Channel: 12   Frequency: 2467MHz   Signal strength (dBm): -39dBm   TSF timestamp: 131626544368908586 ▸ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: ..... ▸ IEEE 802.11 wireless LAN </pre>
--	--

Рис 9. Информация из биконов репитера (слева) и точки доступа (справа)

Режим работы маршрутизатора также отображается изменениями в фрейме. Но при более детальном рассмотрении на канальном уровне, разницы между фреймами биконов, например, почти нет.



Отличие заключается в поле DS фрагмента Operation mode, который указывает принадлежность фрейма к определенному типу беспроводной сети. При режиме работы устройства в режиме маршрутизатора значение поля Extensible station mode равно единице, а остальные нулю (рис. 10).

```

▶ Frame 27: 206 bytes on wire (1648 bits), 206 bytes captured (1648 bits)
▾ NetMon 802.11 capture header
  Header revision: 2
  Header length: 32
▾ Operation mode: 0x00000004
  .....0 = Station mode: 0x0
  .....0. = AP mode: 0x0
  .....1.. = Extensible station mode: 0x1
  0.... = Monitor mode: 0x0
PHY type: 802.11g (6)
Center frequency: 2472MHz
RSSI: -44 dBm
Data rate: 1.000000 Mb/s

```

Рис. 10. Режим расширяемой станции

При работе в режиме точки доступа значение поля AP (Access Point) mode равно единице, а все остальные, соответственно нулю (рис. 11).

```

▾ Operation mode: 0x00000004
  .....0 = Station mode: 0x0
  .....1. = AP mode: 0x1
  .....0.. = Extensible station mode: 0x0
  0.... = Monitor mode: 0x0
PHY type: 802.11g (6)
Center frequency: 2472MHz
RSSI: -44 dBm
Data rate: 1.000000 Mb/s

```

Рис. 11. Режим точки доступа

Как было отмечено выше, существуют три вида фреймов: фреймы данных, фреймы управления и фреймы контроля. Фреймы, рассмотренные в данной статье, являются фреймами управления. Захват и анализ фреймов другого типа при моделировании различных условий может показать еще более интересные результаты, а среда Wireshark позволит комфортно проводить исследования фреймов, которые были захвачены в процессе работы.

## Библиографический список

1. Хабаров С.П. Организация гетерогенных ЛВС с терминальным доступом между ее узлами. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 267-280.

2. Хабаров С.П., Заяц А.М. использование технологии websocket в клиент-серверных экспертных системах. //В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование Материалы второй Международной научно-технической конференции. 2017, с. 278-280.

3. Хабаров С.П., Колмогорцев Е.Л. Отказоустойчивый протокол надежной доставки данных. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2005, Вып. 174, с. 143-153.

4. Хабаров С.П. Взаимодействие узлов сети по протоколу WebSocket. // Сборник научных трудов "Информационные системы и технологии: теория и практика" — СПб.:СПбГЛТУ, 2017. № 9. — с.109-119

5. Хабаров С.П. Использование утилиты websocketd для удаленного выполнения программ. // Сборник научных трудов "Информационные системы и технологии: теория и практика" — СПб.:СПбГЛТУ, 2017. № 9. — с.94-108

**К.М. Сусь**, магистр  
СПб ГЛТУ  
[ist@spbftu.ru](mailto:ist@spbftu.ru)

**С.П. Хабаров**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
[Serg.Habarov@mail.ru](mailto:Serg.Habarov@mail.ru)

## **АНАЛИЗ ФРЕЙМОВ В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАРШРУТИЗАТОРА**

Маршрутизатор, или роутер, есть практически в любой квартире. При этом не многие знают, что помимо стандартного режима маршрутизатора роутер можно настроить в различные режимы работы. Один из них - режим репитера. Данный режим позволяет расширить уже существующую Wi-Fi сеть за счет еще одного роутера. Применяют режим ретранслятора как в домашних условиях, так и в общественных местах для усиления уровня сигнала. Другой популярный режим - это режим точки доступа. В данной конфигурации роутер работает в режиме свитча и просто транслирует трафик, без каких-либо операций с ним. Если к WiFi точке подключается несколько устройств, то пропускная способность между ними делится поровну, как в простейшем коммутаторе.

Согласно стандарту 802.11 для связи между точкой доступа и пользовательским устройством используются фреймы данных, управления и контроля. С помощью специального поля в данных фреймах определяется



версия протокола 802.11, к какому типу относится фрейм, включен ли режим энергосбережения и много других индикаторов. Так же, согласно стандарту, данные фреймы содержат физический адрес отправителя и получателя, номер фрейма в очереди передачи, тело фрейма, которое переносит данные более высоких уровней модели OSI, и контрольную сумму для проверки фрейма на целостность. Фреймы данных используются для передачи какой-либо пользовательской информации, тело такого фрейма может содержать, например, HTML страницу или какого-либо файл. Остальные фреймы используются для общения между клиентским устройством и беспроводной точкой доступа, и в теле фрейма могут содержать информацию о имени сети, временных отметках, физический адрес устройства, и т.д.

Для перехвата фреймов обычно используются программы-снифферы, например: Wireshark, Microsoft Network Monitor, Airpcap. Для захвата фреймов и демонстрации процесса общения устройств во время подключения будет использоваться программа Microsoft Network Monitor. Просмотр содержимого кадров будет осуществляться в программе Wireshark.

Для начала, рассмотрим процесс подключения пользовательской станции к защищённой сети. Подключение к сети состоит из 6 шагов (рис.1 – оис.10), на рис. 1 представлены 6 фреймов управления.

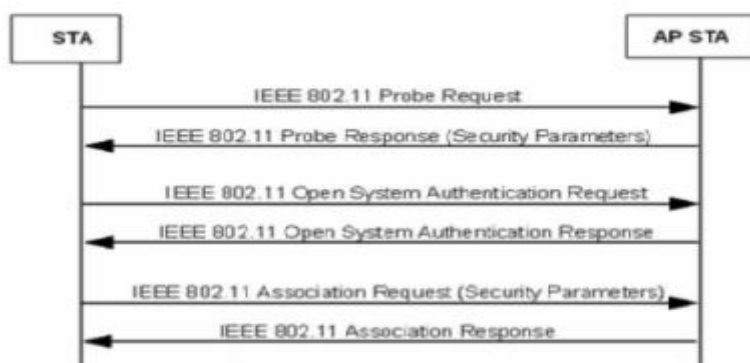


Рис 1. Схема передачи служебных фреймов в процессе подключения к сети

Но прежде чем подключиться к какой-либо сети, компьютер должен её найти. Чтобы определение сети было возможно клиентскими устройствами, точка доступа отправляет широковещательные пакеты для анонсирования своего присутствия и предоставления необходимой информации. Такие пакеты называются beacon, или биконы. Точки доступа безостановочно рассылают беконь всем клиентам, происходит это через определенный интервал. Стандартный интервал рассылки – 100мс.

```

66 5.527197300 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2772, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
68 5.629600500 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2773, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
> Frame 66: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits)
> NetMon 802.11 capture header
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....
* IEEE 802.11 wireless LAN
  * Fixed parameters (12 bytes)
    Timestamp: 0x000002b85eb414f
    Beacon Interval: 0.102400 [Seconds]
  * Capabilities Information: 0x0411
    .... .1 = ESS capabilities: Transmitter is an AP
    .... .0 = IBSS status: Transmitter belongs to a BSS
    ..0. .00. = CFP participation capabilities: No point coordinator at AP (0x00)
    .... .1. .... = Privacy: AP/STA can support WEP
    .... .0. .... = Short Preamble: Not Allowed
    .... .0. .... = PBCC: Not Allowed
    .... 0... .... = Channel Agility: Not in use
    .... .0. .... = Spectrum Management: Not Implemented
    .... .1. .... = Short Slot Time: In use
    ...0. .... = Automatic Power Save Delivery: Not Implemented
    ...0. .... = Radio Measurement: Not Implemented
    ..0. .... = DSSS-OFDM: Not Allowed
    .0. .... = Delayed Block Ack: Not Implemented
    0... .... = Immediate Block Ack: Not Implemented
  * Tagged parameters (146 bytes)

```

**Рис 2.** Захват биконов и информация которая передается в фрейме

### Шаг 1. Probe Request.

Пользовательская станция отправляет Probe request, чтобы определить находится ли точка доступа в её зоне покрытия. Пробные запросы позволяют выяснить какие точки доступа находятся в зоне покрытия.

### Шаг 2. Probe Response.

Точка доступа в ответ на probe request отправляет поддерживаемые ей стандарты, скорости передачи, и другую информацию о функционале.

```

64 5.429066000 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da 802.11 208 Probe Response, SN=159, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
65 5.430742000 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da 802.11 62 Authentication, SN=160, FN=0, Flags=.....
> Frame 64: 208 bytes on wire (1664 bits), 208 bytes captured (1664 bits)
* NetMon 802.11 capture header
  Header revision: 2
  Header length: 32
  * Operation mode: 0x00000004
    .... .0 = Station mode: 0x0
    .... .0. = AP mode: 0x0
    .... .1. = Extensible station mode: 0x1
    0... = Monitor mode: 0x0
  PHY type: 802.11g (6)
  Center frequency: 2472MHz
  RSSI: -45 dBm
  Data rate: 1.000000 Mb/s
  Timestamp: 131625014746512788
  * 802.11 radio information

```

**Рис 3.** Захват probe response

### Шаг 3 и 4. Authentication frame.

Станция отправляет Authentication frame к точке доступа, с нужной для идентификации информацией. В случае если сеть является открытой, точка доступа вернёт ответ Successful. В случае аутентификации, точка доступа ответит фреймом аутентификации, содержащим специальную тестовую последовательность. Станция отвечает зашифрованной версией тестовой

вой последовательности. Точка доступа сравнивает свой ключ с ключом зашифрованным станцией, в случае совпадения считается, что станция использует корректный ключ. В результате проверки точка доступа отвечает фреймом аутентификации, содержащим результат аутентификации.

```

65 5.430742000 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da 802.11 62 Authentication, SN=160, FN=0, Flags=.....
66 5.527197300 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2772, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
67 5.534164600 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da 802.11 113 Association Response, SN=161, FN=0, Flags=.....
68 5.629600500 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2773, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
69 5.731987700 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2774, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
70 5.832872700 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da EAPOL 163 Key (Message 1 of 4)
71 5.832943200 LiteonTe_27:54:da AsustekC_3b:7f:4c EAPOL 185 Key (Message 2 of 4)
72 5.834934000 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2775, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network
73 5.838865500 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da EAPOL 243 Key (Message 3 of 4)
74 5.839004000 LiteonTe_27:54:da AsustekC_3b:7f:4c EAPOL 163 Key (Message 4 of 4)

```

---

```

802.1X Authentication
Version: 802.1X-2001 (1)
Type: Key (3)
Length: 95
Key Descriptor Type: EAPOL RSN Key (2)
Key Information: 0x008a
Key Length: 16
Replay Counter: 1
WPA Key Nonce: 1dcf1ddf07b4dd805b8b4c9c34c1c130d87b7f039f966e3a...
Key IV: 00000000000000000000000000000000
WPA Key RSC: 0000000000000000
WPA Key ID: 0000000000000000
WPA Key MIC: 00000000000000000000000000000000
WPA Key Data Length: 0

```

**Рис. 4.** Захват фреймов аутентификации и передачи зашифрованного ключа

### Шаг 5. Association request.

Станция отправляет запрос на ассоциацию, который содержит информацию о радиокarte устройства (поддерживаемые скорости передачи данных и т.п.) и SSID, с которой устройство хочет быть ассоциировано.

### Шаг 6. Association response.

После получения запроса на ассоциацию точка доступа решает вопрос по ассоциированию со станцией и, если принято положительное решение, резервирует область памяти и формирует идентификатор сессии AID для данной радиокарты.

```

67 5.534164600 AsustekC_3b:7f:4c LiteonTe_27:54:da 802.11 113 Association Response, SN=161, FN=0, Flags=.....
68 5.629600500 AsustekC_3b:7f:4c Broadcast 802.11 214 Beacon frame, SN=2773, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Easy Network

```

---

```

Frame 67: 113 bytes on wire (904 bits), 113 bytes captured (904 bits)
NetMon 802.11 capture header
802.11 radio information
IEEE 802.11 Association Response, Flags: .....
IEEE 802.11 wireless LAN

```

**Рис 5.** Получение ответа на фрейм по ассоциации

На данном шаге процесс подключения к сети завершается. После подключения точка доступа не перестает отправлять остальным станциям, в зоне её покрытия, биконы.

При организации сети важно учитывать такие факторы как: расположение точки доступа, необходимый уровень сигнала, дальность покрытия. Для расширения дальности покрытия и усиления уровня сигнала можно использовать одну из точек доступа в качестве повторителя. В этом режиме точка доступа находит основную сеть и полностью копирует её конфигурацию. Определить репитер можно с помощью командной строки, откуда видно, что меняется лишь физический адрес устройства.

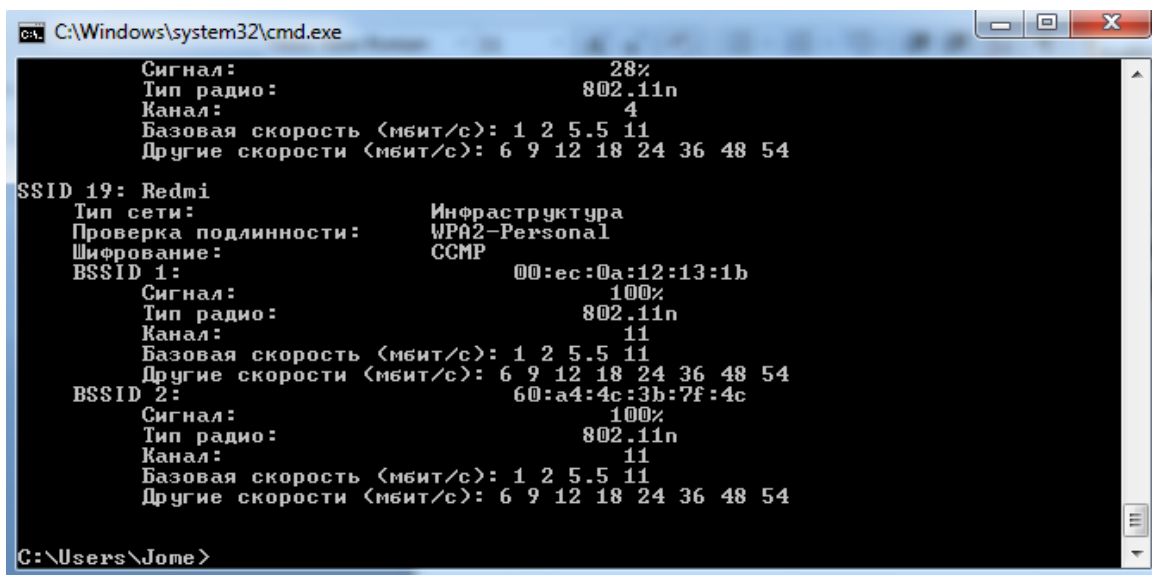


Рис. 6. Просмотр сетей в режиме ssid

При этом рассылка биконов идет с обоих устройств, а подключение выполняется к той точке доступа, которая имеет более устойчивый сигнал. По мере передвижения подключающегося устройства, оно может переключаться между точками доступа.

55	0.781791600	XiaomiCo_12:13:1b	Broadcast	802.11	208 Beacon frame, SN=2770, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Redmi
56	0.784914600				305 <Ignored>
57	0.787903600				287 <Ignored>
58	0.809366100	AsustekC_3b:7f:4c	Broadcast	802.11	310 Beacon frame, SN=2404, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Redmi

> Frame 55: 208 bytes on wire (1664 bits), 208 bytes captured (1664 bits)  
 > NetMon 802.11 capture header  
 \* 802.11 radio information  
 PHY type: 802.11n (7)  
 Data rate: 1.0 Mb/s  
 Channel: 12  
 Frequency: 2467MHz  
 Signal strength (dBm): -39dBm  
 TSF timestamp: 131626544368908586

Рис 7. Захват бикона с основной точки доступа

55	0.781791600	XiaomiCo_12:13:1b	Broadcast	802.11	208 Beacon frame, SN=2770, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Redmi
56	0.784914600				305 <Ignored>
57	0.787903600				287 <Ignored>
58	0.809366100	AsustekC_3b:7f:4c	Broadcast	802.11	310 Beacon frame, SN=2404, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=Redmi

> Frame 58: 310 bytes on wire (2480 bits), 310 bytes captured (2480 bits)  
 > NetMon 802.11 capture header  
 \* 802.11 radio information  
 PHY type: 802.11n (7)  
 Data rate: 1.0 Mb/s  
 Channel: 12  
 Frequency: 2467MHz  
 Signal strength (dBm): -45dBm  
 TSF timestamp: 131626544369184331

Рис 8. Захват бикона с повторителя

Работа маршрутизатора в обычном режиме и в режиме точки доступа отличается своей организацией - режим маршрутизатора позволяет использовать NAT, предоставляя нескольким устройствам доступ в интернет под одним ip-адресом, позволяет использовать встроенный DHCP сервер, за счёт межсетевых экранов увеличивается безопасность использования интернета. Режим точки доступа, в свою очередь, может предложить абсо-

лютно прозрачную передачу трафика от провайдера к устройству абонента.

Но при рассмотрении на канальном уровне, разницы между фреймами биконов, например, почти нет. Разница заключается в поле DS в фрагменте Operation mode, указывающего принадлежность фрейма к какому-либо типу сети, при режиме работы в режиме маршрутизатора значение поля Extensible station mode равно единице, а остальные нулю, в режиме точки доступа значение поля AP(Access Point) mode равно единице, а все остальные, соответственно нулю.

```

235 8.807164600 AsustekC 3b:7f:4c Broadcast      802.11  206 Beacon frame, SN=567, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=ASUS
236 8.909466500 AsustekC 3b:7f:4c Broadcast      802.11  206 Beacon frame, SN=568, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=ASUS
237 8.961959700 10.181.239.7    87.250.250.242  IPv4    1564 Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=040f) [Reassembled in #243]

```

▸ Frame 236: 206 bytes on wire (1648 bits), 206 bytes captured (1648 bits)

▹ NetMon 802.11 capture header

Header revision: 2  
Header length: 32

▹ Operation mode: 0x00000004

```

.....0 = Station mode: 0x0
.....0 = AP mode: 0x0
.....1 = Extensible station mode: 0x1
0.... = Monitor mode: 0x0

```

PHY type: 802.11g (6)

**Рис. 9.** Режим расширяемой станции

```

27 1.174520900 AsustekC 3b:7f:4c Broadcast      802.11  206 Beacon frame, SN=1730, FN=0, Flags=....., BI=100, SSID=ASUS
28 1.175555700 fa80::Ad::A5F2::F502::16  ICMPv6  160 Multicast Listener Report Message

```

▸ Frame 27: 206 bytes on wire (1648 bits), 206 bytes captured (1648 bits)

▹ NetMon 802.11 capture header

Header revision: 2  
Header length: 32

▹ Operation mode: 0x00000004

```

.....0 = Station mode: 0x0
.....1 = AP mode: 0x1
.....0 = Extensible station mode: 0x0
0.... = Monitor mode: 0x0

```

PHY type: 802.11g (6)

**Рис. 10.** Режим точки доступа

По результатам наблюдения взаимодействия клиентских устройств с точкой доступа можно определить, что передача данных в разных режимах работы роутера ничем не отличается, только данной особенностью, в виде изменения значений фрагмента Operation Mode.

### Библиографический список

1. Хабаров С.П. Организация гетерогенных ЛВС с терминальным доступом между ее узлами. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 267-280.
2. Хабаров С.П., Заяц А.М. использование технологии websocket в клиент-серверных экспертных системах. //В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование Материалы второй Международной научно-технической конференции. 2017, с. 278-280.
3. Хабаров С.П., Колмогорцев Е.Л. Отказоустойчивый протокол надежной доставки данных. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2005, Вып. 174, с. 143-153.

**М. П. Филяев** доктор технических наук  
Институт военно-системных исследований  
Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, Санкт-Петербург  
mastkon@yandex.ru

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В последние десятилетия наблюдается стремительное внедрение компьютерных технологий в процессы управления сложными организационно-техническими системами в различных сферах деятельности. Развитие высокопроизводительных компьютерных систем, кроме того, инициировало резкий скачок в разработке методов и инструментальных средств имитационного моделирования и их широкое использование как, в частности, для решения задач оптимизации отдельных процессов, так и для повышения эффективности управления в целом. Особенный интерес вызывает применение имитационного моделирования при организации процессов материально-технического обеспечения (МТО) сложных организационно-технических систем, так как эффективность функционирования последних непосредственно зависит от своевременности и ресурсоемкости их МТО.

В данной статье рассматриваются возможные способы разработки имитационных моделей процессов МТО и акцентируется внимание на применении прикладного программного обеспечения и интегрированных систем программирования, призванных существенно облегчить построение моделей, проведение экспериментов и выведение результатов, включая возможности их визуализации. Актуальность рассматриваемого вопроса обусловлена особенностями процесса разработки имитационных моделей. В отличие от программной реализации аналитических моделей, адекватное имитационное моделирование процессов МТО фактически невозможно без непосредственного взаимодействия разработчика модели и специалиста в исследуемой предметной области для полного понимания сути и логики моделируемого процесса. Ввиду многообразия и специфики моделируемых процессов МТО организация такого взаимодействия на практике может быть затруднена и неэффективна из-за значительного увеличения временных затрат, что в итоге может привести к разработке либо неадекватных имитационных моделей, либо к существенному увеличению их стоимости.

Прогресс в развитии методов и инструментальных средств имитационного моделирования обусловлен существенными преимуществами имитационных моделей по сравнению с аналитическими [2]:

- учет изменяющихся случайным образом параметров;

- возможность моделировать процессы, которые сложно или невозможно описать аналитическими зависимостями;
- использование динамически изменяющихся параметров вместо усредненных значений позволяет исследовать комплексные взаимосвязи между ними;
- повышение адекватности моделей и достоверности результатов моделирования.

У имитационных моделей есть фактически один, но существенный недостаток – это их высокая стоимость, определяемая значительными трудозатратами и квалификацией разработчиков. Поэтому, если задача однозначно решается аналитическими методами – имитационное моделирование не целесообразно. Тем не менее, анализ особенностей структуры и характеристик процессов МТО, необходимость учета взаимодействия с внешней средой, свидетельствует о том, что эффективное решение задач их рациональной организации в современных условиях возможно только на основе имитационного моделирования.

Оценка эффективности и оптимизация процессов МТО основаны на разработке определенной совокупности математических моделей различной степени широты и детализации. Задачи выбора рациональной структуры и параметров системы МТО могут быть успешно решены лишь на моделях, охватывающих всю систему в целом, а задачи выбора основных параметров подсистем и элементов системы могут и должны решаться на частных моделях, охватывающих те или иные совокупности элементов системы.

В зависимости от степени детализации процессов МТО моделирование можно проводить на аналогично рассмотренным в работе [6] системном, функциональном или логическом уровнях. При моделировании процессов на системном уровне осуществляется абстрагирование наиболее существенных черт функционирования и поведения системы и создания упрощенного модельного отображения. На функциональном уровне проводится моделирование объектов подсистем, а логический уровень предусматривает моделирование элементов подсистем.

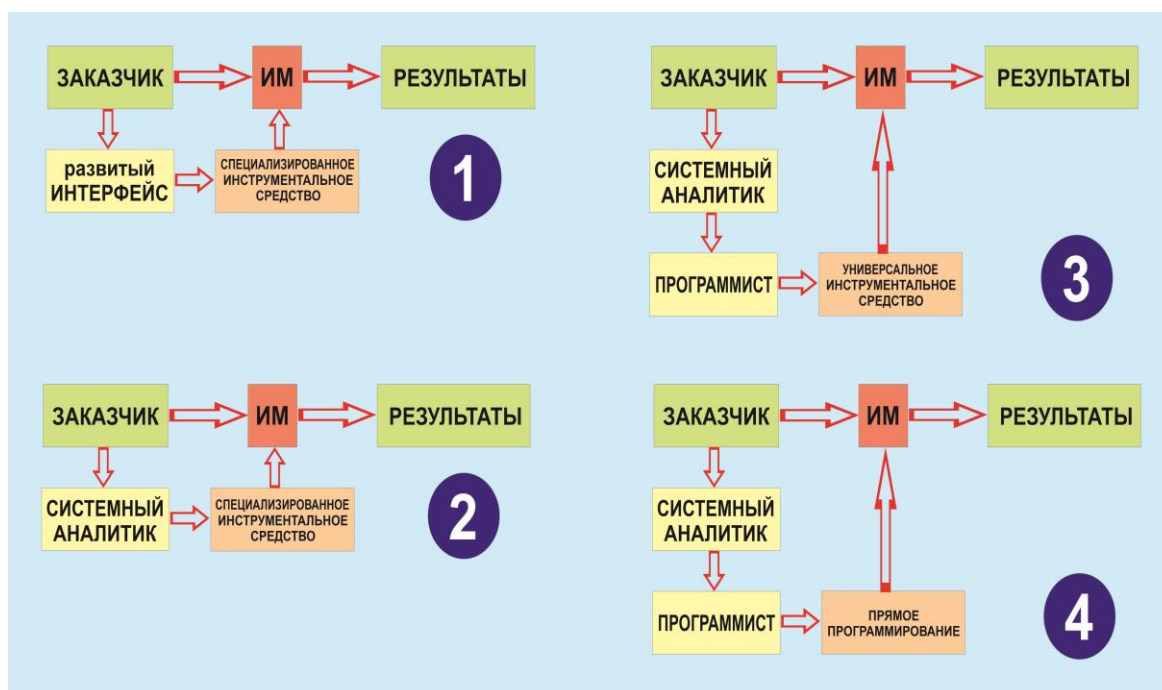
Таким образом, имитационное моделирование как метод совершенствования управления процессами МТО заключается в конструировании модели реальной системы МТО и постановке экспериментов на ней с целью изучения её поведения; в оценке ограничений, налагаемых некоторым критерием или совокупностью критериев; в выборе стратегий, обеспечивающих её рациональное функционирование.

Имитационное моделирование при этом сводится к тому, что на языках программирования высокого уровня либо на языках функционального и логического программирования создаются программы, моделирующие процессы МТО в реальном масштабе времени [3]. Его применение позволяет достигнуть высокой точности результатов, моделировать взаимодей-



ствии подсистем МТО во времени, учесть неопределённости и случайные события.

Основные способы разработки имитационных моделей рассмотрены в работах [4, 5]. Их анализ, обобщение и систематизация позволили определить схемы разработки имитационных моделей процессов МТО, представленные на рис.1.



**Рис.1** Схемы разработки имитационных моделей

Идеальным для заказчиков имитационных моделей было бы применение схемы 1, но практически она мало реализуема из-за дополнительной высокой стоимости интерфейса пользователя и необходимости осуществления его постоянной поддержки со стороны разработчика. Основное распространение при создании имитационных моделей процессов МТО в настоящее время получила схема 3. Это обусловлено наличием и относительной доступностью в современных условиях универсальных инструментальных средств имитационного моделирования в виде интегрированных программных сред [1, 7, 8, 9].

Важнейшее влияние на адекватность разрабатываемых имитационных моделей оказывают возможности применяемого инструментального средства. В результате проведенного исследования были определены возможности применения для моделирования процессов МТО как наиболее распространенных (AnyLogic), так и относительно новых (GPSS Studio, iWebSim) программных сред. Результаты сравнения представлены табл.1.



Сравнение программных сред имитационного моделирования

Критерии оценки	AnyLogic	GPSS STUDIO	iWebsim
Универсальность применения	+++	+	+++
Методическое сопровождение	+++	+	+
Графический интерфейс	+++	+	++
Возможности визуализации	+++	+	++
Доступность (стоимость)	+ (высокая)	++ (средняя)	+++ (условно бесплатно)
Интеграция с ГИС	+	-	+
Зависимость от Internet ресурсов	+	+	+++

Программная среда AnyLogic по всем анализируемым критериям безусловно превосходит GPSS Studio и iWebSim, чем и обусловлено её широкое применение разработчиками имитационных моделей. Отличительными особенностями рассматриваемого инструментального средства являются поддержка всех трех известных в настоящее время методологий имитационного моделирования и возможность создавать многоподходные модели [7]. Кроме того, практика применения AnyLogic для моделирования систем МТО свидетельствует о возможности логического описания моделируемых процессов стандартными процедурами библиотеки моделирования с настройкой их на требуемые параметры.

При этом основной целью имитационного моделирования процессов МТО является снижение издержек различного вида, включая, временные и ресурсные издержки, такие как затраты на транспортировку, комплектование, упаковку, погрузку-разгрузку, управление запасами и др. Их снижение достигается на основе определения рациональных вариантов организации рассматриваемых процессов, характеризующейся минимальными конфликтами по использованию общих ресурсов системы. Это вносит наибольший вклад в повышение эффективности функционирования системы МТО и тем самым определяет качество и эффективность функционирования соответствующей сложной организационно-технической системы в целом.

Тем не менее, не смотря на указанные возможности применения универсальных программных сред имитационного моделирования относительно процессов МТО, нельзя не отметить и ряд существующих при этом проблемных вопросов.

Во-первых, универсальные инструментальные средства моделирования, с одной стороны, являются избыточными для разработки имитационных моделей процессов МТО, так как включают ряд неиспользуемых

при этом библиотек моделирования, а, с другой стороны, недостаточными, так как для настройки стандартных процедур логического описания процессов часто требуется их дополнение на основе программирования.

Во-вторых, использование рассматриваемой схемы разработки имитационных моделей не решает указанную выше проблему взаимодействия разработчика и специалиста в предметной области и тем самым сохраняет возможные отрицательные последствия такого взаимодействия.

В-третьих, стоимость лицензий на право использования универсальных программных сред моделирования достаточно высока и для профессиональных версий составляет от 200 до 800 тыс. руб. с последующим ежегодным продлением от 50 до 250 тыс. руб.

Таким образом, с учетом первых двух обстоятельств наиболее целесообразной является разработка имитационных моделей процессов МТО в соответствии со схемой 2, основанной на применении специализированных инструментальных средств, учитывающих специфику моделируемых процессов. Тенденции развития лингвистического обеспечения компьютерных систем свидетельствуют о возможности ее применения, что обеспечивает разработку имитационных моделей непосредственно специалистом в предметной области без дополнительного участия программиста. При этом экономическая оценка рассматриваемого варианта требует дополнительных исследований.

### Библиографический список

1. Имитационные исследования в среде моделирования GPSSStudio. Учебное пособие/ под общей ред. В.В. Девяткова – М: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017.
2. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с.
3. Ловцов Д.А., Васенов А.В., Вилков С.В. Информационно-математическое обеспечение имитационного моделирования интегрированных логистических систем/ Известия Института инженерной физики. 2009. т. 4. № 14. с. 30-36.
4. Миков А.И., Замятина Е.Б. Проблемы повышения эффективности и гибкости систем имитационного моделирования/ Проблемы информатики. 2010. № 4. с. 49-64.
5. Назаров А.А. Характеристика современных инструментов для имитационного моделирования при исследовании механизмов управления социально-экономическими процессами и системами (<https://doi.org>).
6. Плащенко В.В. Системные исследования: основы, методы, проблемы и пути их решения: Монография. Ч. 1: Теоретические и методические основы технико-экономических исследований. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2006.

7. <http://anylogic.ru/>
8. <http://iwebsim.ru/>
9. Хабаров С.П., Думов М.П. Использование OMNET++ для моделирования беспроводных Wi-Fi сетей// Сборник научных трудов "Информационные системы и технологии: теория и практика — СПб.: СПбГЛТУ, 2018. № 10.

**С.П. Хабаров**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
Serg.Habarov@mail.ru

## **ДОСТУП К БЕСПРОВОДНЫМ AD HOC СЕТЯМ СРЕДСТВАМИ ОС WINDOWS 10**

Многие современные информационные системы различного прикладного назначения [1,2] допускают беспроводной доступ к отдельным узлам этих систем, используя для этого как различные вычислительные устройства [3], так и широкий набор протоколов [4,5]. При этом все больше распространение находят децентрализованные беспроводные сети, не имеющие постоянной структуры, так называемые Ad Hoc сети.

Их особенность в том, что их клиенты соединяются “на лету” для того, чтобы попытаться переслать данные другим узлам сети. Определение того, какому узлу надо пересылать данные, производится динамически, на основании связности сети. В этом основное отличие Ad Hoc сетей от проводных и управляемых беспроводных сетей, в которых задачу управления потоками данных выполняют маршрутизаторы или точки доступа.

Фирма Microsoft, начиная с ОС Windows 8.1, сократила поддержку Ad Hoc сетей на базе Wi-Fi. В результате эта ОС даже не обнаруживает и не отображает Ad Hoc сети в списке доступных беспроводных сетей. Что касается ОС Windows 10, то она в процессе работы обнаруживает доступные Ad Hoc сети, но при попытке подключения к ним выдает ошибку. При этом большинство устройств на базе iOS или Mac OS X свободно подключаются к Ad Hoc сетям. В виду этого ряд производителей оборудования поставляют собственное программное обеспечение для работы с их оборудованием по беспроводной Ad Hoc сети.

Так, например, принт-сервер TL-WPS510U по умолчанию работает в режиме Ad Hoc (<http://www.tp-link.ru/faq-706.html>), но при использовании устройств на базе ОС Windows 8.1 или ОС Windows 10 возникают сложности в поиске и подключении к его сети с SSID=“WLAN-PS”. Такая же проблема возникает и при настройке устройств iTach Wi-Fi или iTach Flex, которые широко используются в системах Интернета Вещей.

В данной статье описывается один из возможных подходов к решению задачи подключения мобильного устройства на базе ОС Windows 10 к узлу беспроводной Ad Hoc сети. Для иллюстрации рассматривается пример прямого беспроводного соединения двух компьютеров с ОС Windows 7 и ОС Windows 10. Другими словами, речь пойдет о том, как подключить компьютер с ОС Windows 10 к узлу уже существующей Ad Hoc сети, в качестве которого будет выступать компьютер с ОС Windows 7.

Для реализации поставленной цели на базовом компьютере настроены две виртуальные машины win7\_wifi\_1 и win10\_TPLink, с соответствующими операционными системами. К USB портам каждой из них подключены Wi-Fi адаптеры и настроены их драйверы. На компьютере win7\_wifi\_1 настроена Ad Hoc сеть с именем “test7” и паролем “12345678”. Поэтому существует возможность активировать эту сеть, и перевести сетевой адаптер машины win7\_wifi\_1 в режим ожидания подключения других пользователей (рис. 1).

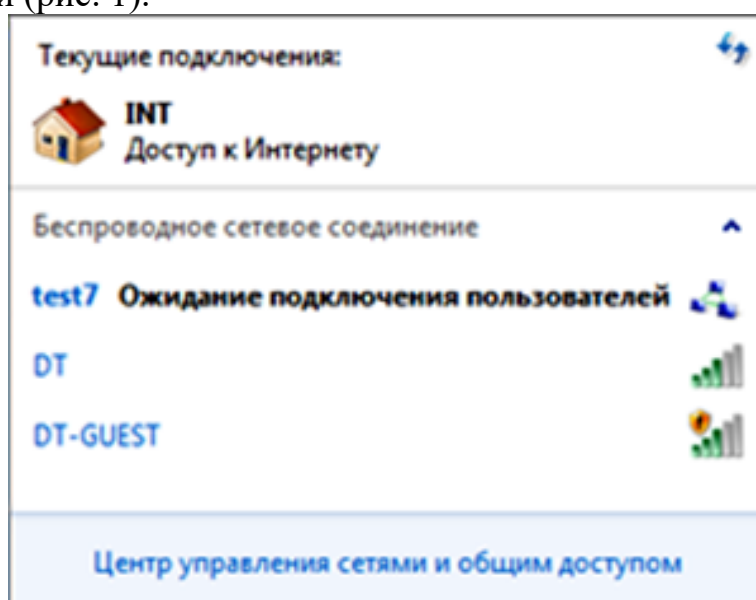


Рис. 1. Машина win7\_wifi\_1 в режим ожидания подключения

При запуске в работу виртуальной машины win10\_TPLink среди списка доступных ей беспроводных сетей будет присутствовать и сеть test7. Однако, попытка подключения к этой сети будет безуспешной и закончится сообщением «Не удается подключиться к сети» (рис. 2).

Все дело в том, что ОС Windows 10 при автоматическом соединении с беспроводной сетью создает профиль подключения, который по умолчанию формируется как инфраструктурный, хотя сама сеть относится к разряду Ad Hoc. Поэтому единственным вариантом является ручное формирование, как профиля подключения, так и установления соединения. Этот процесс условно можно разбить на три этапа:

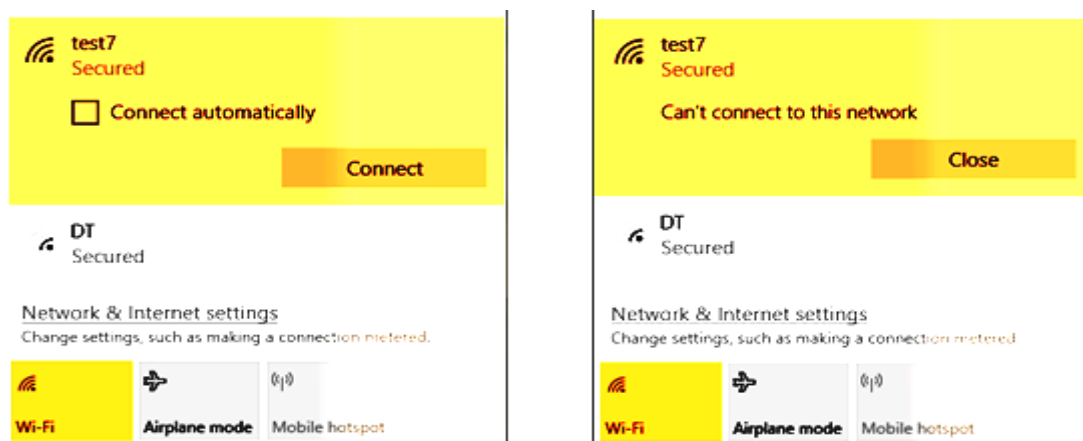


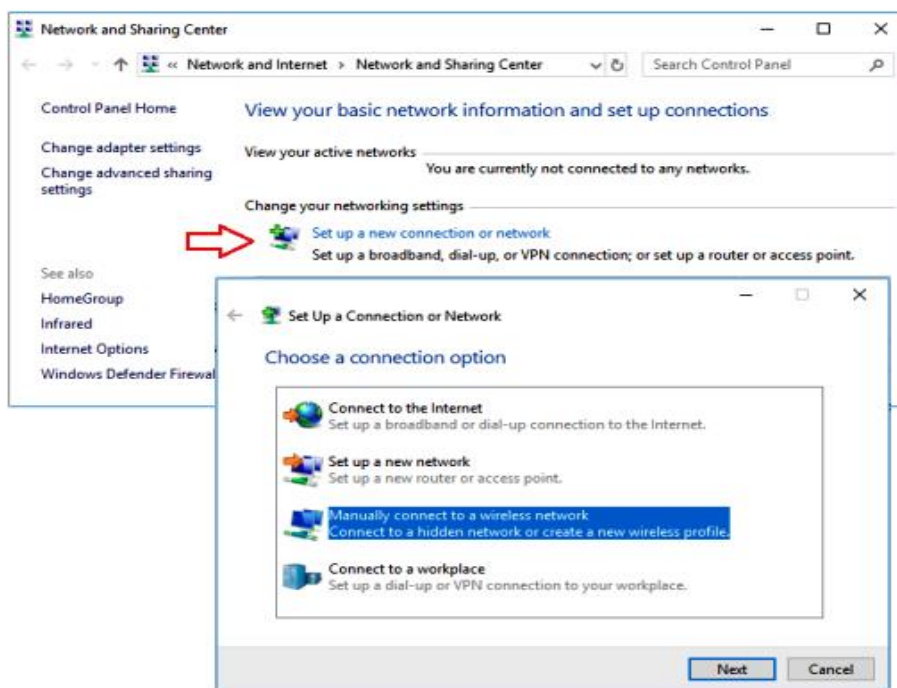
Рис. 2. Попытка подключения с машины win10\_TPLink к Ad Hoc сети test7

- Создание сетевого профиля режима инфраструктуры (ESS – Extended Service Set)
  - Преобразование созданного профиля для режим прямого Ad Hoc соединения (IBSS – Independent Basic Service Set)
  - Подключение к требуемой Ad Hoc сети или отключение от нее.
- Следует отметить, что первые два этапа выполняются только по одному разу для каждой из Ad Hoc сетей, к которым предполагается выполнять подключения, тогда как третий этап должен выполняться при каждом подключении к нужной Ad Hoc сети. Если первый этап может быть выполнен в графической среде Windows 10, то два других могут выполняться только в среде командной строки.

#### **Создание нового профиля подключения**

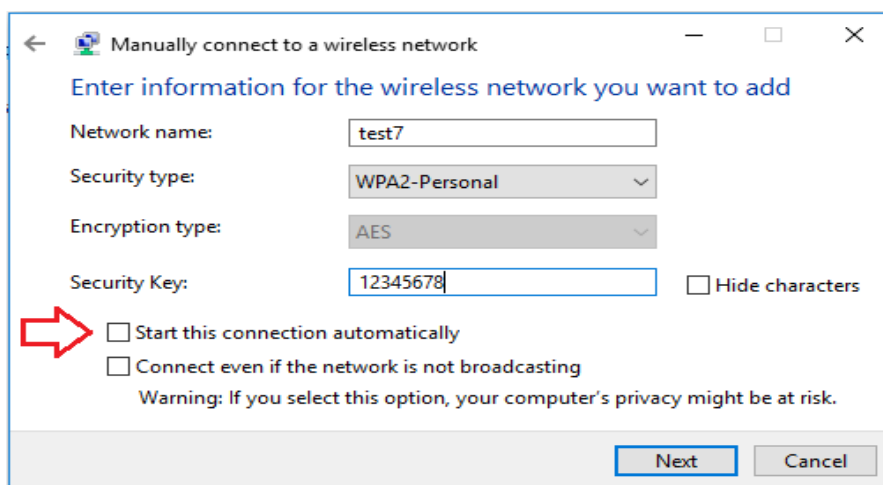
Для реализации первого этапа, а именно для этапа ручного создания и настройки профиля подключения к сети необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- Необходимо перейти в раздел “Центр управления сетями и общим доступом (Network and Sharing Center)”.
- Откроется окно, в котором следует выбрать режим “Настроить новое соединение или сеть (Set up a new connection or network)”, а затем “Вручную подключиться к беспроводной сети (Manually connect to a wireless network)” и нажать кнопку “Далее (Next)” (рис. 3).



**Рис. 3.** Ручная настройка подключения к беспроводной сети

- Откроется окно, где надо определить параметры беспроводной Wi-Fi сети, профиль которой ОС Windows 10 должна добавить к уже хранящимся в ней другим профилям подключения. В виду того, что предполагается подключение к Ad Hoc сети test7, сформированной на компьютере виртуальной машины win7\_wifi\_1, то параметры именно этой сети и должны быть определены в полях формы “Manually connect to a wireless network” (рис. 4).



**Рис. 4.** Задание на win10\_TPLink параметров, аналогичных Ad Hoc сети test7, созданной на win7\_wifi\_1

Так как ОС Windows 10 научилась работать с беспроводными Ad Hoc сетями, то приходится вручную создавать профиль подключения, а чтобы ОС в процессе работы не пыталась автоматически запускать это подключение надо убрать птичку у параметра “Start this connection automatically”.

После снятия птички и нажатия кнопки ”Далее (Next)” будет выдано сообщение об успешном создании профиля для подключения к сети test7. Но этого еще недостаточно для успешного подключения машины win10\_TPLink к Ad Hoc сети test7 машины win7\_wifi\_1.

На этом этапе графическая среда ОС Windows 10 полностью исчерпала свой ресурс, и все преобразования вновь созданного профиля для режима Ad Hoc подключения надо будет выполнять в окне командной строки, которая должна быть запущена с правами администратора.

### Изменение настроек профиля подключения

Как видно на приведенных ранее рисунках (рис. 1,2), в окне доступных беспроводных сетей отображались три внешние сети. Чтобы увидеть все доступные в зоне приема беспроводного сетевого адаптера сети, включая и Ad Hoc сети, следует выполнить команду:

```
netsh wlan show networks
```

В результате ее выполнения можно убедиться в том, что беспроводной сетевой адаптер компьютера с ОС Windows 10 в текущий момент принимает сигналы от трех устройств (рис. 5), два из которых работают в режиме инфраструктуры, а одно в режиме Ad Hoc. Это устройство передает сигналы с идентификатором SSID = “test7”, а это как раз сетевой адаптер виртуальной машины win7\_wifi\_1.

```
netsh wlan>show networks

Interface name : Wi-Fi
There are 3 networks currently visible.

SSID 1 : DT
Network type           : Infrastructure
Authentication         : WPA2-Enterprise
Encryption             : CCMP

SSID 2 : DT-GUEST
Network type           : Infrastructure
Authentication         : Open
Encryption             : None

SSID 3 : test7
Network type           : Adhoc
Authentication         : WPA2-Personal
Encryption             : CCMP

netsh wlan>
```

Рис. 5. Просмотр доступных для win10\_TPLink беспроводных сетей

Однако, чтобы у машины win10\_TPLink была возможность подключиться к сети test7 на ней должен быть сформирован соответствующий профиль. Для того, чтобы иметь представления о созданных ранее и хранимых сейчас в системе профилях подключения к беспроводным Wi-Fi сетям можно в командной строке выполнить команду:

```
netsh wlan show profiles
```

```

netsh wlan>
netsh wlan>show profiles

Profiles on interface Wi-Fi:

Group policy profiles (read only)
-----
<None>

User profiles
-----
All User Profile      : test7
All User Profile      : DT-GUEST

netsh wlan>

```

Рис. 6. Просмотр хранимых на win10\_TPLink профилей подключения

В результате ее выполнения можно видеть, что в текущий момент в системе хранятся два профиля подключения к Wi-Fi сетям (рис. 6). Один из них система автоматически сформировала сама, когда достаточно давно был доступ в Интернет через точку доступа с сетевым именем DT-Guest. Этот профиль не был удален, так как предполагалось его использовать и далее.

Но сейчас больший интерес представляет второй профиль, который был только что создан в графической среде ОС Windows 10 (рис. 4). Так как на машине win10\_TPLink теперь есть такой профиль, то можно попробовать подключиться к сети test7. Но и эта попытка закончится неудачей, а ее причину можно выяснить, если выполнить команду вида:

```
netsh wlan show profiles name=test7
```

Она позволяет выполнить просмотр настройки всех параметров конкретного профиля подключения к беспроводным Wi-Fi сетям (рис. 7).

```

netsh wlan>show profiles name=test7

Profile test7 on interface Wi-Fi 2:
-----

Applied: All User Profile

Profile information
-----
Version           : 1
Type              : Wireless LAN
Name              : test7
Control options   :
  Connection mode : Connect manually
  Network broadcast : Connect only if this network is broadcasting
  AutoSwitch      : Do not switch to other networks
  MAC Randomization : Disabled

Connectivity settings
-----
Number of SSIDs   : 1
SSID name         : "test7"
Network type      : Infrastructure
Radio type        : [ Any Radio Type ]
Vendor extension  : Not present

Security settings
-----
Authentication    : WPA2-Personal
Cipher            : CCMP
Authentication    : WPA2-Personal
Cipher            : GCMP
Security key       : Present

Cost settings
-----
Cost               : Unrestricted
Congested          : No
Approaching Data Limit : No
Over Data Limit    : No
Roaming            : No
Cost Source        : Default

```

Рис. 7. Просмотр на win10\_TPLink всех параметров профиля test7



Из результата выполнения этой команды становится очевидным, что автоматически сформированный с использованием графического интерфейса Windows 10 профиль подключения ориентирован на инфраструктурный режим работы беспроводной Wi-Fi сети.

Однако, исходная задача состояла в подключение к беспроводной сети test7, которая поддерживает только прямое соединение сетевых адаптеров, работающих в режиме Ad Hoc.

В этих условиях единственно возможным является изменение профиля подключения. Для этого в профиле сети надо изменить значение параметра типа соединения с ESS на IBSS. То есть с инфраструктурного режима работы сетевого адаптера на режим работы Ad Hoc. Для этого в окне командной строки достаточно ввести и выполнить команду:

```
netsh wlan set profileparameter test7  
connectiontype=IBSS
```

Если текущая операция поддерживается конкретным беспроводным сетевым адаптером и его драйвером, то компьютер с ОС Windows 10 должен сообщить об успешном изменении профиля подключения (рис. 8).

```
netsh wlan>set profileparameter name=test7 connectiontype=IBSS  
Profile "test7" on interface "Wi-Fi" updated successfully.
```

**Рис. 8.** Результат выполнения команды по изменению профиля сети test7

Для того, чтобы убедиться в том, что профиль подключения был успешно изменен можно еще раз выполнить команду просмотра конфигурационных параметров конкретного профиля подключения. На этот раз при выводе результатов работы этой команды в строке “Network type” появится значение “Adhoc” (рис. 9).

На этом второй этап излагаемой методики можно считать завершенным, а созданный на этом этапе профиль подключения можно теперь использовать до тех пор, пока машине win10\_TPLink надо будет выполнять Ad Hoc подключение к сети test7. После того, как такой необходимости не будет, данный профиль может быть удален.

```

netsh wlan>show profiles name=test7

Profile test7 on interface Wi-Fi 2:
=====

Applied: All User Profile

Profile information
-----
Version           : 1
Type              : Wireless LAN
Name              : test7
Control options   :
  Connection mode  : Connect manually
  Network broadcast : Connect only if this network is broadcasting
  AutoSwitch       : Do not switch to other networks
  MAC Randomization : Disabled

Connectivity settings
-----
Number of SSIDs   : 1
SSID name         : "test7"
Network type      : Adhoc
Radio type        : [ Any Radio Type ]
Vendor extension  : Not present

```

Рис. 9. Результат просмотра параметров профиля сети test7

### Подключение к Ad Hoc сети

Если успешно сформирован профиль беспроводного соединения и в зоне радиодоступа сетевого адаптера находится Ad Hoc сеть test7, то для того, чтобы подключиться к этой сети можно использовать команду:

```
netsh wlan connect test7
```

В результате ее выполнения будет осуществлено успешное подключение с виртуальной машины win10\_TPLink к беспроводной Ad Hoc сети test7, что найдет свое отражение в списке беспроводных сетей этого компьютера с ОС Windows 10 (рис. 10, справа).

```

netsh wlan>connect test7
Connection request was completed successfully.

```

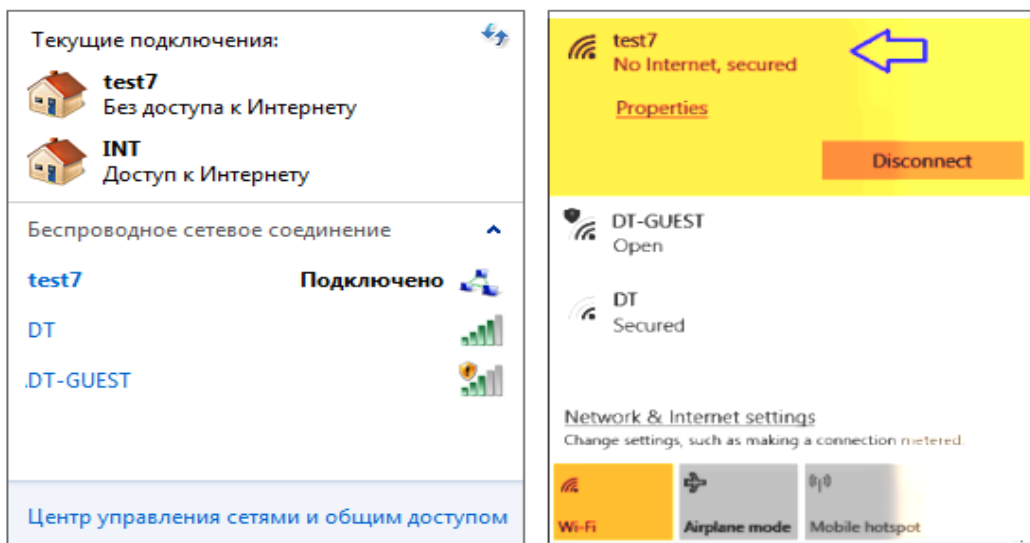
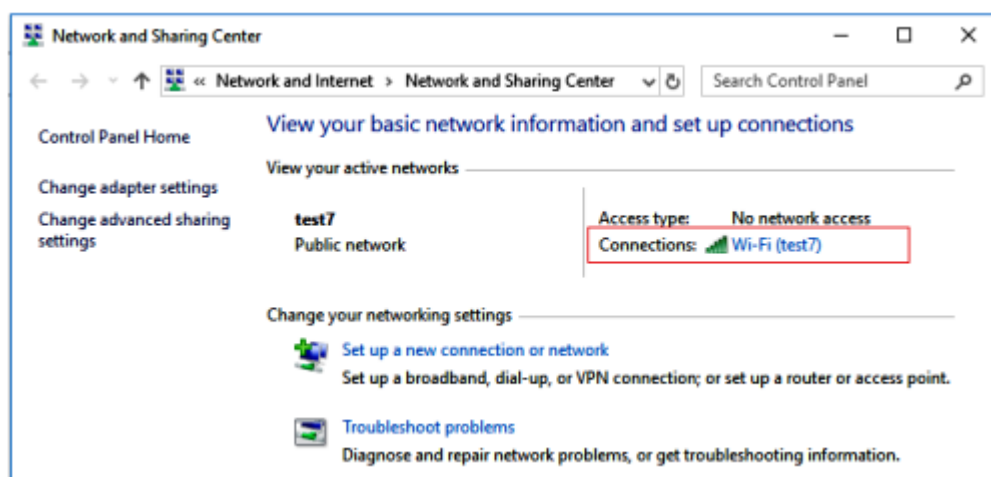


Рис. 10. Результат подключения компьютера с ОС Windows 10 к беспроводной Ad Hoc сети test7

Если обратить внимание на виртуальную машину win7\_wifi\_1, которая после запуска Ad Hoc сети test7 находилась в режиме ожидания подключения пользователей, то можно отметить, что и на ней произошли изменения. Так, после подключения компьютера с ОС Windows 10 к сети test7, изменился вид списка доступных беспроводных сетей виртуальной машины win7\_wifi\_1 (рис. 10, слева). В нем нашел отражение тот факт, что на данный момент сеть test7 находится уже в подключенном состоянии. Результат подключения можно обнаружить и в окне “Центр управления сетями и общим доступом” виртуальной машины win10\_TPLink (рис. 11), где также видно, что никаких настроек сетевого доступа на компьютерах пока выполнено не было.



**Рис. 11.** Просмотр активных подключений компьютера с ОС Windows 10

При этом для test7 система Windows 10 определила сетевое размещение типа общественной сети (Public network), для которых установлены наиболее жесткие ограничения, в частности, отключено распознавание компьютеров. Но при этом, после подключения и выполнения процесса идентификации виртуальная машина win10\_TPLink получила собственный IP адрес в сети test7 (рис. 12).

```
win10_TPLink [Работает] - Oracle VM VirtualBox
C:\Windows\system32>ipconfig
Windows IP Configuration

Wireless LAN adapter Wi-Fi:

    Connection-specific DNS Suffix . . :
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::410d:5c18:d7a4:8302%4
    Autoconfiguration IPv4 Address. . . : 169.254.131.2
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
    Default Gateway . . . . . :
```

**Рис. 12.** Просмотр IP конфигурации компьютера с ОС Windows 10

Так как ранее никаких конфигураций IP адресов на обеих виртуальных машинах не проводилось, то полученный машиной win10\_TPLink адрес IP относится к особой подсети 169.254.0.0/16 (Automatic Private IP

Address, APIPA). Адрес из этого диапазона и маска назначаются адаптеру в том случае, если он настроен на получение параметров от DHCP-сервера, но не смог от него получить ответ по каким-то причинам. Например, из-за недоступности или отсутствия сервера.

Если в сети отсутствует или отказала служба выдачи IP-адресов, то узлы, получившие APIPA-адреса, могут взаимодействовать между собой, но их взаимодействие с другими сетями нарушается. Сеть, получившим такой адрес, обозначается как неопознанная общественная сеть

В общем случае появление APIPA-адреса вида 169.254.x.x указывает на то, что настройки должны были выполняться автоматически, но связь с DHCP-сервером потеряна или же он неработоспособен. Следует проверить работу сервера или задать адреса явно. В любом случае нужно проверить соответствие адресов общей конфигурации сети.

Чтобы отключить компьютер от беспроводной Ad Hoc сети, достаточно либо выполнить подключение к другой сети, либо отключить Wi-Fi адаптер или в командной строке выполнить команду:

```
netsh wlan disconnect.
```

В заключении надо сделать небольшое, но очень важное замечание, которое связано с профилями беспроводных подключений, как создаваемыми вручную, так и автоматически сохраняемые системой при подключении к внешним Wi-Fi сетям. Следует помнить, что при доступе к вашему компьютеру можно получить и все пароли доступа ко всем беспроводным сетям, к которым вы когда-то имели доступ и подключения (рис. 13).

```
netsh wlan>show profiles test7 key=clear
Profile test7 on interface Wi-Fi 2:
=====
Applied: All User Profile
Profile information
-----
Version           : 1
Type              : Wireless LAN
Name              : test7
Control options   :
  Connection mode : Connect manually
  Network broadcast : Connect only if this network is broadcasting
  AutoSwitch      : Do not switch to other networks
  MAC Randomization : Disabled
Connectivity settings
-----
Number of SSIDs   : 1
SSID name         : "test7"
Network type      : Adhoc
Radio type        : [ Any Radio Type ]
Vendor extension  : Not present
Security settings
-----
Authentication    : WPA2-Personal
Cipher            : CCMP
Authentication    : WPA2-Personal
Cipher            : GCMP
Security key       : Present
Key Content        : 12345678
```

Рис. 13. Результат просмотра профиля подключения с ключем key=clear

Поэтому в целях безопасности имеет смысл периодически удалять не используемые регулярно профили подключений, или удалять домашние профили при работе с ноутбуком на работе, и наоборот.

Представленный подход по организации доступа к беспроводным AD НОС сетям в информационных системах мониторинга лесных территорий [6] позволит не только производить обмен данными динамически, на основании связности сети, но и взаимодействовать с системой используя мобильные устройства с ОС Windows 10.

### **Библиографический список**

1. Заяц А. М., Логачев А. А. Информационная система мониторинга лесов и лесных пожаров с использованием беспроводных сенсорных сетей. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.: СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 241-255.
2. Амбросовский В.М., Баглюк Ю.В., Слипченко А.С., Хабаров С.П. Интегрированные системы управления техническими средствами корабля. Морской вестник. 2014, № 2 (50), с. 63-65.
3. Хабаров С.П. Организация гетерогенных ЛВС с терминальным доступом между ее узлами. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 267-280.
4. Хабаров С.П., Заяц А.М. использование технологии websocket в клиент-серверных экспертных системах. //В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование Материалы второй Международной научно-технической конференции. 2017, с. 278-280.
5. Хабаров С.П., Колмогорцев Е.Л. Отказоустойчивый протокол надежной доставки данных. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2005, Вып. 174, с. 143-153.
6. Заяц А.М., Дмитриенко Н.А.. Подход к организации передачи критичных данных датчиков в информационной системе мониторинга лесных территорий. //Информационные системы и технологии: теория и практика: сборник научных трудов - СПб. СПбГЛТУ, 2017. № 9, с. 7-12.

**С.П. Хабаров**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
Serg.Habarov@mail.ru

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ ТОЧЕК ДОСТУПА СРЕДСТВАМИ ОС WINDOWS 10**

На современном этапе развития информационных систем имеет место широкое внедрение мобильных устройств в состав гетерогенных [1,2] компьютерных сетей. Причем это происходит как в практически сложных

реализациях [3], так и в обычных офисных или домашних сетях. При этом решаются совершенно различные задачи: от простого доступа к Интернету до удаленного и распределенного выполнения программ [4].

Использование в этих условиях беспроводных технологий с привязкой к стационарным физическим точкам доступа ограничивает эксплуатационные возможности этих систем. Поэтому программные точки доступа находят все большее применение для быстрой организации локальных беспроводных сетей, к которым можно подключить другой компьютер, планшет, смартфон или даже измерительные датчики или приборы.

В операционных системах Windows 10 версии 1607 и далее, реализованы два подхода к организации виртуальных программных точек доступа, что позволяет на их основе, как обеспечивать доступ в Интернет, так и создавать беспроводные ЛВС. В основе первого – технология Wireless Hosted Network, а второй базируется на технологии мобильного Hot Spot. В данной статье рассматриваются оба этих подхода, используя для примера компьютер vComp10 виртуальной машины win10\_TPLink, которая сконфигурирована на компьютере, работающем также под управлением ОС Windows 10. Причем оба компьютера имеют собственные беспроводные Wi-Fi адаптеры.

### **Настройка SoftAP в среде ОС Windows 10**

Версия ОС Windows 10 позволяет создавать беспроводные соединения с другими устройствами путем использования функции Hosted Network, которая входит в комплект поставки командной строки Network Shell (netsh). Впервые такая технология была реализована в среде Windows 7, позволяя использовать эту операционную систему для создания виртуального беспроводного адаптера (Virtual WiFi) и программной точки беспроводного доступа (SoftAP).

Эта технология позволяет легко создать в системе несколько виртуальных беспроводных адаптеров, каждый из которых может быть сконфигурирован и подключен к разным точкам доступа. При этом все они будут использовать ресурсы одного и того же физического устройства.

Все операции по созданию, запуску и работе с размещенными сетями (hostednetwork) выполняются в окне командной строки ОС Windows 10, запущенной с правами администратора. Чтобы создать беспроводную размещенную сеть с именем "Virtual\_WiFi\_10" и ключом доступа "12345678" достаточно ввести команду:

```
netsh wlan set hostednetwork mode=allow ssid=Virtual_WiFi_10 key=12345678
```

После выполнения данной команды система найдет новое оборудование, и в диспетчере устройств появится новый виртуальный сетевой адаптер, а именно "Адаптер мини-порта виртуального WiFi Microsoft (Microsoft Virtual WiFi miniport adapter)". Следует особо отметить, что вирту-

альный адаптер появится только в случае, если драйвер основного беспроводного сетевого адаптера имеет поддержку Virtual WiFi.

Получить более подробную информацию о статусе, состоянии и параметрах настройки текущей размещенной сети на данном компьютере позволит команда:

```
netsh wlan set hostednetwork mode=allow ,
```

а для запуска размещенной сети следует использовать команду:

```
netsh wlan start hostednetwork
```

После запуска сети "Virtual\_WiFi\_10" в работу, эта беспроводная сеть становится доступной для любых всех внешних устройств, которые имеют собственные Wi-Fi адаптеры. Важным является только то, чтобы они были в зоне радио доступности компьютера с ОС Windows 10. Это могут быть любые устройства, работающие под управлением разных операционных систем.

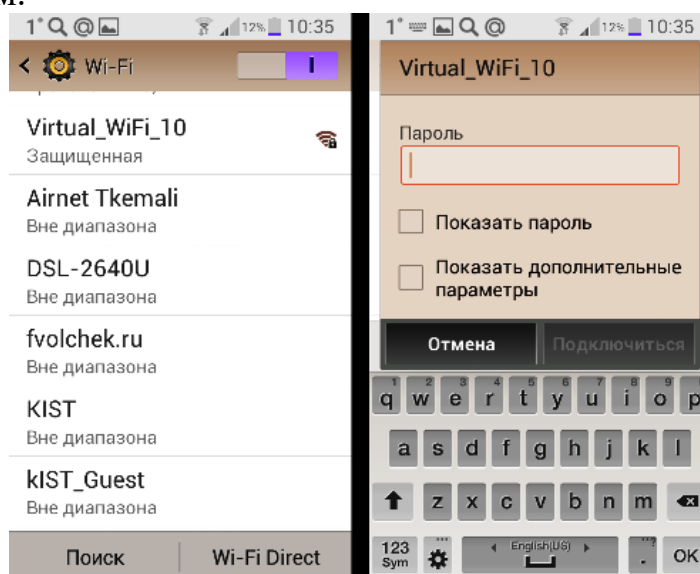


Рис. 1. Процесс подключение смартфона к сети "Virtual\_WiFi\_10"

Таким устройством может быть, например, смартфон Samsung на базе ОС Android. Если включить на нем Wi-Fi, то в списке доступных беспроводных сетей появится и вновь созданная размещенная сеть, при выборе которой будет запрошен пароль на доступ к этой сети (рис. 1).

После ввода пароля смартфон подключится к компьютеру и получит от него уникальный для этой сети IP адрес. В примере, который приведен на рис. 2, смартфон получил адрес 192.168.137.178.

Если теперь на компьютере vComp10 выполнить команду просмотра текущего состояния сети Virtual\_WiFi\_10, то можно обнаружить, что к ней по протоколу 802.11n радиоканала номер 11 пока подключен только один



клиент. Его MAC адрес имеет значение 88:30:8a:b0:ca:03 (рис.2, справа), и он соответствует MAC адресу смартфона.

Если на компьютере vComp10 временно отключить брандмауэр, то можно выполнить тестирование сетевого соединения между компьютером на базе ОС Windows 10 и смартфоном на базе ОС Android.

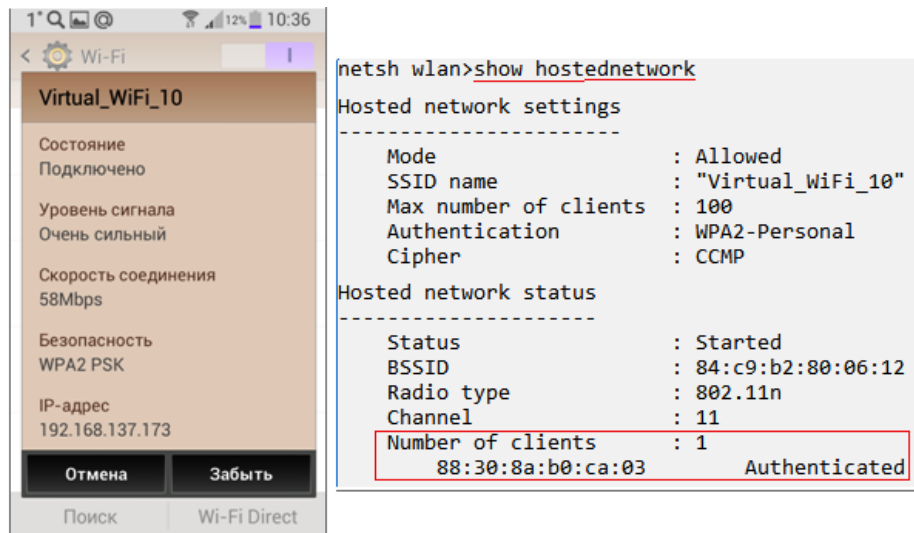


Рис. 2. Подключение смартфона к сети "Virtual\_WiFi\_10"

Как видно из скриншота (рис. 3) соединение на физическом уровне успешно установлено. При этом надо отметить, так как еще не было никаких настроек по типу сети и доступу к ресурсам, то полноценного информационного взаимодействия между этими двумя узлами беспроводной сети пока не будет.

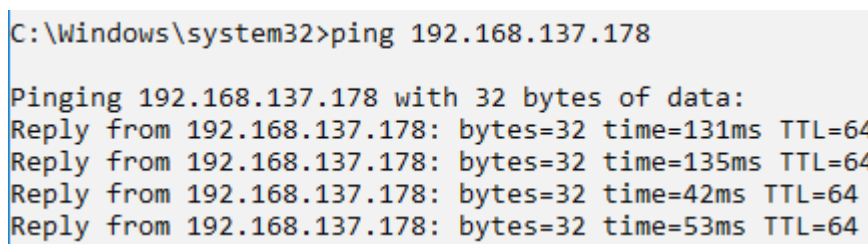


Рис. 3. Тестирование соединения компьютера и смартфона

### Удаление размещенной сети из среды ОС Windows 10

Создание и работа с размещенными сетями в среде ОС Windows 10 обладают одной особенностью, которую надо учитывать в практическом использовании этого класса сетей. Дело в том, что в отличие от профилей беспроводных подключений, которых в системе может быть несколько, размещенная сеть всегда одна. При попытке описать новую сеть, ее параметры просто заменяют параметры той размещенной сети, что была создана ранее (рис. 4).

Причем единожды созданная размещенная сеть будет “жить вечно”. Ни в графической среде ОС Windows 10, ни в ее командной строке нет



средств удаления конфигурации размещенной сети. Есть команды stop и disallow, которые изменяют состояние размещенной сети, но они не удаляют профиль размещенной сети с компьютера. Если возникнет необходимость полного удаления профиля размещенной сети, то это потребует изменения ряда параметров реестра ОС Windows 10.

Для этого следует выполнить следующую последовательность действий:

- В строке поиска ОС Windows 10 ввести regedit.
  - После найденного совпадения запустить эту утилиту с правами администратора.
  - В окне редактора реестра найти секцию:
    - HKEY\_LOCAL\_MACHINE \ System \ CurrentControlSet \ Services \ wlansvc \ Parameters \ hostednetworksettings
    - Правой кнопкой мышки на узле HostedNetworkSettings вызвать всплывающее меню, выбрать опцию "Удалить" и нажать "Да" для подтверждения.
    - После этого надо перезагрузить компьютер.

```
netsh wlan>set hostednetwork mode=allow ssid=test10 key=87654321
The hosted network mode has been set to allow.
The SSID of the hosted network has been successfully changed.
The user key passphrase of the hosted network has been successfully changed.

netsh wlan>show hostednetwork
Hosted network settings
-----
Mode                : Allowed
SSID name           : "test10"
Max number of clients : 100
Authentication      : WPA2-Personal
Cipher              : CCMP
Hosted network status
-----
Status              : Not started
```

**Рис. 4.** Изменение профиля подключения размещенной сети

Чтобы убедиться в том, что выполненные действия вступили в силу достаточно открыть командную строку и ввести команду

```
netsh wlan show hostednetwork
```

Если настройки размещенной сети были успешно удалены из среды ОС Windows 10 то в поле "Параметры (Setting)" будет выдано сообщение "Не настроено (Not configured)" (рис. 5).

```
C:\>netsh wlan show hostednetwork

Hosted network settings
-----
Mode                : Allowed
Settings            : <Not configured>

Hosted network status
-----
Status              : Not started
```

Рис. 5. Параметры размещенной сети после удаления ее профиля

## Особенности эксплуатации размещенной сети

Функция Hosted Network полезна, если точку беспроводного доступа надо создать, что называется “на лету”. Она позволит быстро раздать Интернет, скачать файл с другого устройства или посмотреть фильм, хранимый на другом компьютере. При этом SoftAP не может быть полноценной заменой реальной физической точки беспроводного доступа. Скорость беспроводной связи значительно сократится по сравнению с трафиком, предоставляемым физической точкой доступа. Возможно, это не вызовет проблем при доступе к сайтам Интернета, но загрузка или передача больших файлов может стать проблемой. Кроме этого:

- В среде Windows нельзя одновременно использовать режимы SoftAP и Ad Hoc: при создании временного сетевого соединения между двумя компьютерами настройка Ad Hoc отключит SoftAP.
- Надо учитывать, что компьютер с SoftAP должен всегда находиться во включенном состоянии, чтобы выполнять функции точки доступа.
- Если компьютер входит в спящий режим или перезапускается, то беспроводная точка доступа перестанет работать, и потребуются вручную запустить эту функцию с помощью команды `netsh wlan start hostednetwork`.
- При эпизодическом, но частом использовании SoftAP станет лень каждый раз открывать командную строку и вводить команды на пуск, стоп или изменение пароля размещенной сети. Практичнее создать три ярлыка с командными сценариями (\*.bat файлами) для запуска соответствующих команд. Так, например, файл для изменения ключа доступа к размещенной сети может иметь вид:

```
@echo off
set /P newkey="What is your New Key? "
netsh wlan set hostednetwork key=%newkey%
netsh wlan show hostednetwork setting=security
pause
```

Если требуется виртуальную Wi-Fi сеть запускать при каждом старте компьютера, то надо соответствующий командный файл добавить в авто-

загрузку операционной системы. Для этого можно нажать “Win+R”, и в окне "Выполнить" ввести команду shell:startup. Откроется папка автозагрузки, куда и надо скопировать нужный командный \*.bat файл.

После настройки SoftAP в окне "Сетевые подключения" появится новый виртуальный адаптер Microsoft Hosted, который помечен как "Подключение по локальной сети\* №". Именно его требуется связать с сетевым адаптером, имеющим реальное физическое подключение к Интернету. После этого все устройства, подключаемые к программной точке доступа, будут обеспечены доступом к Интернету.

Однако все эти операции могут быть существенно упрощены и автоматизированы, если воспользоваться функцией Hot Spot, доступной в более новых версиях Windows 10. Она позволяет запускать и останавливать виртуальную беспроводную сеть прямо из графической оболочки Windows, автоматизируя также и процесс настройки раздачи Интернет.

### **Мобильный Hot Spot в среде ОС Windows 10**

После установки обновлений от 2 августа 2016 года, на устройствах с ОС Windows 10 появилась новая простая функция "Мобильный хот-спот (Mobile hotspot)". С ее помощью можно буквально в несколько кликов создать и запустить программную точку доступа. Достаточно только задать имя и ключ создаваемой Wi-Fi сети, и указать подключение, с которого можно раздавать Интернет. Теперь не требуется настройка точки доступа через командную строку или использование сторонних программ.

Для доступа к функции "Мобильный хот-спот" следует нажать Win+X, выбрать опцию "Сетевые Подключения (Network Connection)", а затем в окне "Параметры (Setting)" выбрать вкладку "Мобильный хот-спот (Mobile hotspot)". Чтобы эта функция работала, абсолютно необходимым является наличие подключения компьютера к Интернету, и это подключение должно быть активным и нормально работать. Кроме этого, в числе устройств этого компьютера должен быть сетевой Wi-Fi адаптер. В ноутбуке он обычно встроенный, а на ПК это может быть внешний USB Wi-Fi адаптер. В любом случае до запуска функции “Mobile hotspot” сетевой адаптер должен быть включен, и драйвер установлен. Возвращаясь к настройкам нашей тестовой виртуальной машины, в которой внешний Wi-Fi адаптер уже подключен к одному из USB портов, необходимо еще обеспечить доступ этой машины в Интернет. Для этого можно виртуальную машину подключить по сети в режиме NAT к базовому компьютеру. Конечно, это будет иметь смысл только в том случае, если на базовом компьютере есть активный доступ в Интернет.

После изменений в настройке win10\_TPLink, можно снова открыть раздел "Мобильный хот-спот (Mobile hotspot)", и в этот раз ОС Windows 10 сразу сгенерирует имя вновь создаваемой Wi-Fi сети и пароль доступа к этой сети. Значения этих параметров можно оставить без изменения или заменить их на те, которые нужны (рис. 6). Для изменения параметров

надо нажать кнопку "Изменить (Edit)" и ввести нужные имя сети и пароль. При этом пароль должен содержать не менее 8 символов.

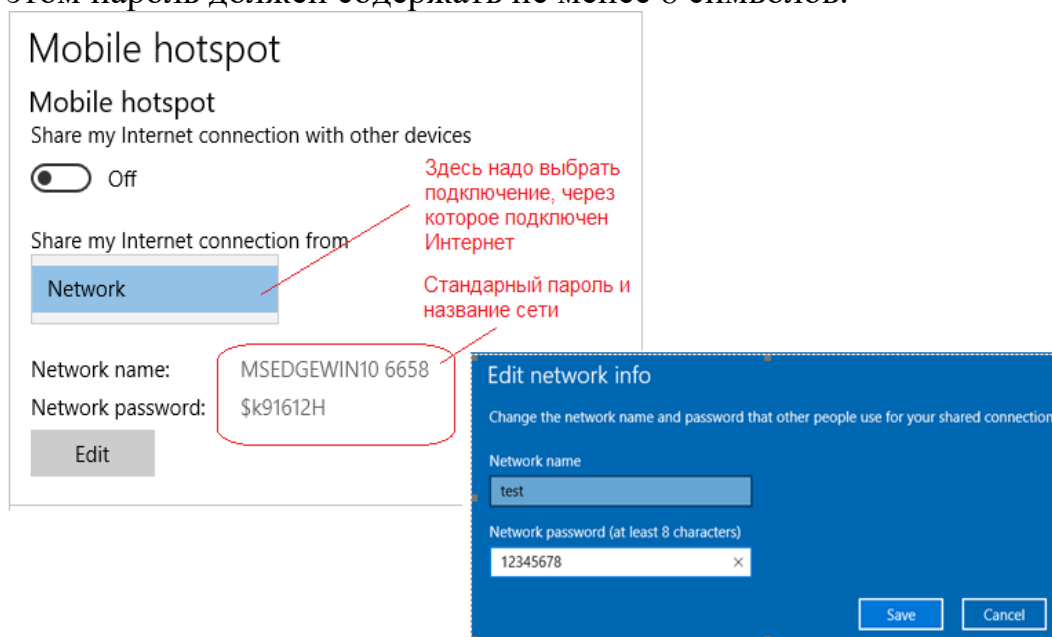


Рис. 6. Параметры вновь создаваемого мобильного хот-спота

Нажатие кнопки "Save" вернет систему в исходную форму, в которой надо перейти к выпадающему списку "Совместное использование интернет-соединения (Share my Internet connection from)" и выбрать то соединение, которое сейчас используется для подключения к Интернету.

Находясь на вкладке "Мобильный хот-спот (Mobile hotspot)", следует обратить внимание на группу "Сопутствующие параметры (Related setting)". Она содержит ряд ссылок, полезных при настройке сетей. Используя одну из них, а именно "Настройка параметров адаптера (Change adapter options)", можно узнать состав всех сетевых интерфейсов, поддерживаемых системой на текущем этапе настройки мобильного хот-спота.

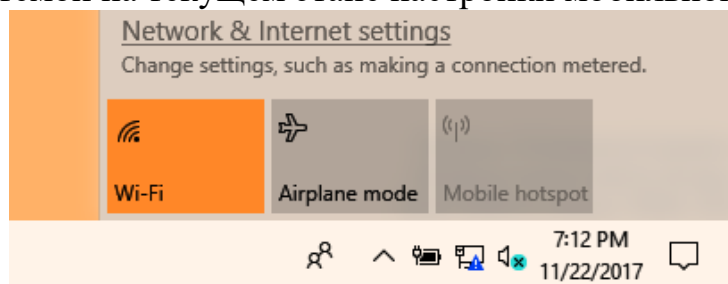


Рис. 7. Панель уведомлений при отключенном мобильном хот-споте

В рассматриваемом примере на виртуальной машине win10\_TPLink в данный момент будут работать только два интерфейса: один из них проводной, который подключен к Интернету, а второй беспроводной для доступа к внешним сетям. Никакого хот-спот интерфейса пока не существует, что связано с тем, что, хотя Mobile hotspot сеть уже настроена, но она еще не запущена в работу. Переключатель этой сети находится в положе-

нии "Off" (рис. 6). При этом неактивна и кнопка "Mobile hotspot", как в панели уведомлений, так и в панели доступных беспроводных сетей (рис. 7). Эта кнопка позволяет управлять пуском и остановкой работы мобильной программной точки доступа.

Для запуска мобильной точки доступа в работу надо переключатель "Разрешить использование моего интернет-соединения на других устройствах (Share my Internet connection with other devices)" перевести в состояние "On" (рис. 8). После чего компьютер начнет раздавать Интернет по вновь созданной беспроводной Wi-Fi сети.

Появляется возможность использовать эту мобильную беспроводную сеть для доступа к Интернету любым внешним устройствам со встроенными Wi-Fi адаптерами. Для подключения достаточно знать только имя этой беспроводной сети и ее пароль. Одновременно к мобильной точке доступа может быть подключено до 8 внешних устройств. Информация по всем клиентам мобильной точки доступа будет отображаться в этом же окне.

Следует обратить внимание, что после запуска Mobile hotspot в работу в окне "Сетевые подключения" (рис. 8, внизу) появился новый виртуальный адаптер "Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter" под именем "Подключение по локальной сети\* № (Local Area Connection\* №)".

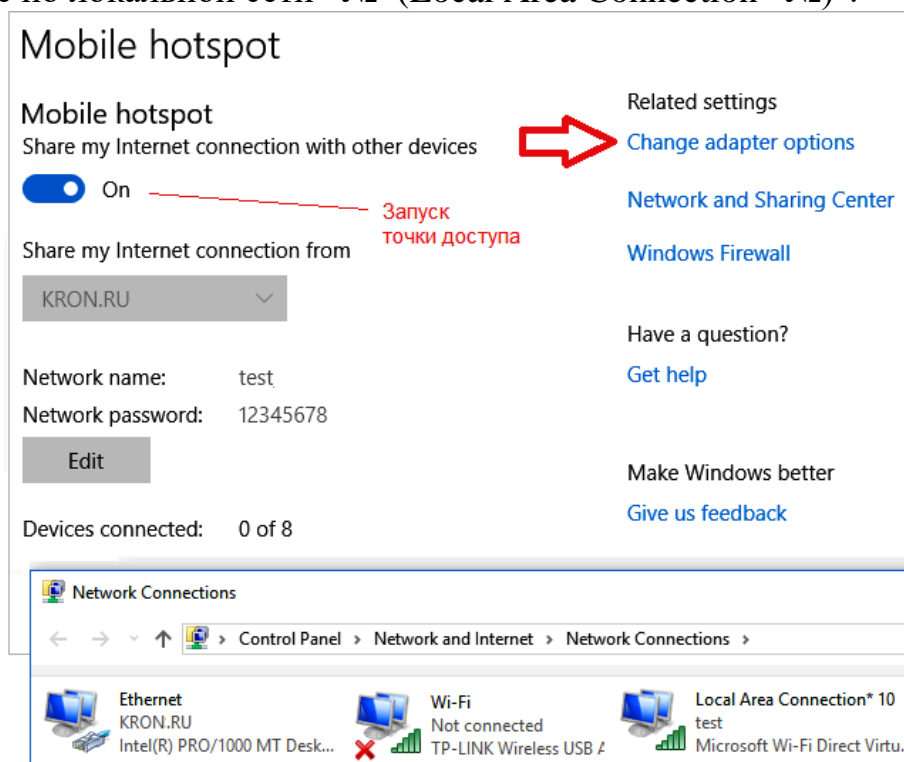


Рис. 8. Запуск в работу мобильного хот-спота

Для просмотра параметров настройки любых сетевых интерфейсов обычно используют команду ipconfig. Однако ОС Windows 10 позволяет выполнить эту операцию, не выходя из окна "Параметры (Setting)". Для этого надо активировать режим "Состояние (Status)", и войти в "Просмотр

свойств сети (View your network properties)". Откроется окно свойств всех сетевых интерфейсов, где будет присутствовать и вновь созданный виртуальный сетевой адаптер, которому система сама присвоила IP адрес, равный 192.168.137.1/24 (рис. 9).

Следует отметить, что запуск мобильного хот-спота, как и размещенной сети вызывает функцию Internet Connection Sharing (ICS), предоставляемую в Windows, службой SharedAccess. Служба ICS работает в одном из двух режимов: автономном или полном ([https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/dd815252\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/dd815252(v=vs.85).aspx)).

В любом из них ICS работает совместно с сервером DHCPv4. Диапазон адресов подсети 192.168.173.0/24 для автономного режима работы ICS отличается от диапазона адресов 192.168.137.0/24, которую ICS использует в полном режиме своей работы, и который является стандартным режимом работы для ICS.

### Подключение к мобильной точке доступа

Перевод в окне "Mobile hotspot" переключателя в положение "On" запускает в работу мобильную точку доступа. Убедиться в ее активности можно, войдя в окно доступных беспроводных сетей. В этом окне кнопка "Mobile hotspot" теперь должна будет отображать имя мобильной сети (test), а также количество активных на текущий момент подключений (0/8) к этой точке доступа (рис. 10).

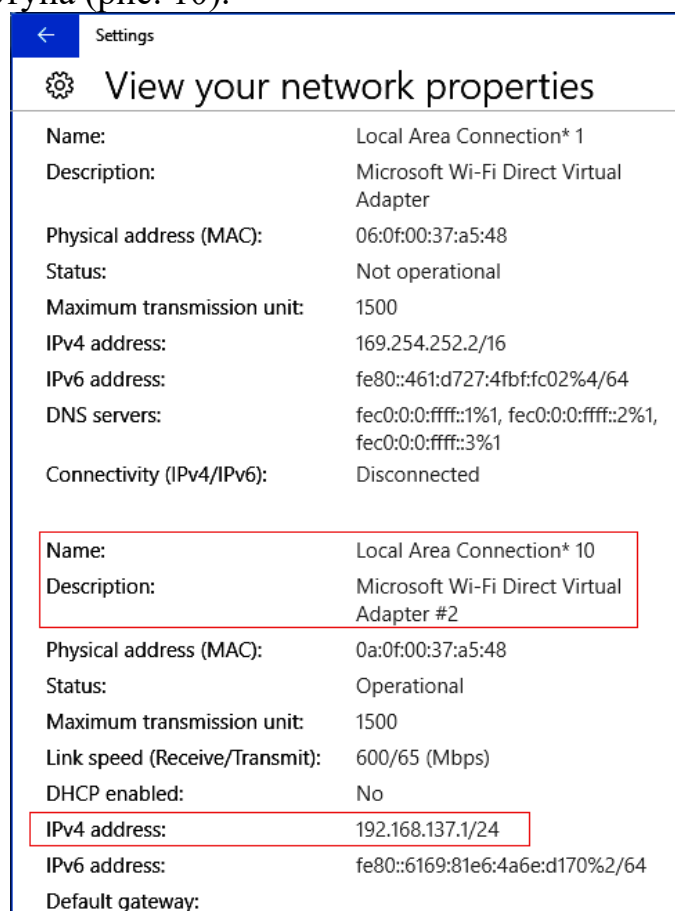
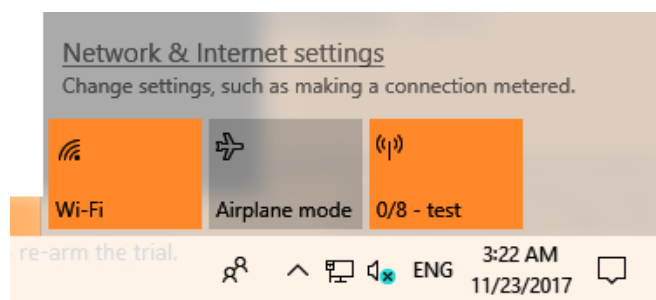


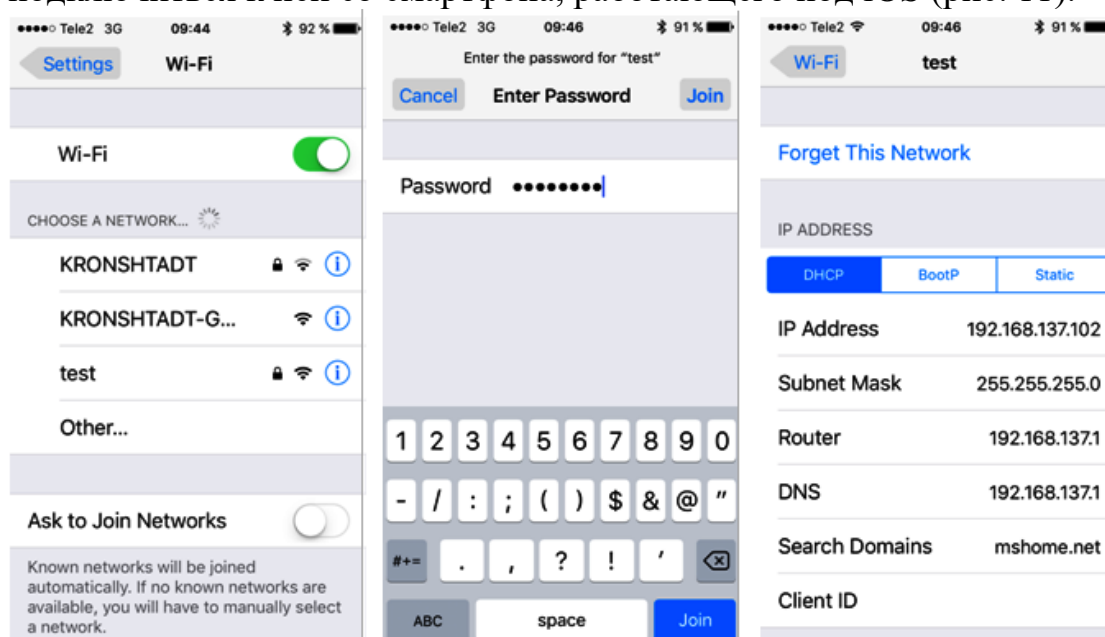
Рис. 9. Просмотр параметров сетевых интерфейсов



**Рис. 10.** Панель уведомлений при включенном мобильном хот-споте

В любой момент времени повторные нажатия на кнопку будут приводить к запуску или остановке работы мобильной точки доступа. При этом кнопка будет менять свой вид, изменяя состояние с активного на пассивное, и обратно.

Если при активном состоянии "Mobile hotspot" воспользоваться внешним устройством с Wi-Fi адаптером, например, смартфоном типа iPhone, то при просмотре на нем доступных беспроводных сетей можно среди них обнаружить и сеть, которая поддерживается компьютером виртуальной машины win10\_TPLink. Для тестирования работы этой сети можно подключиться к ней со смартфона, работающего под iOS (рис. 11).



**Рис. 11.** Подключение с iPhone к сети test мобильного хот-спота

Из рис. 11 видно, что смартфон iPhone подключился к сети test, получил уникальный для этой сети IP адрес 192.168.137.102, и имеет возможность доступа к сети Интернет через программную мобильную точку доступа. Ее виртуальный сетевой адаптер имеет IP адрес 192.168.137.1. Именно этот адрес автоматически прописался в смартфоне, как адрес его шлюза и сервера DNS.

К этой же мобильной точке доступа могут быть подключены и другие внешние устройства. Например, к сети test, наряду со смартфоном



iPhone, можно подключить смартфон Samsung с ОС Android, еще один смартфон iPhone с операционной системой iOS и еще один ноутбук, работающий под управлением ОС Ubuntu. Результат этих четырех подключений можно наблюдать в окне "Mobile hotspot", где отображаются сетевые имена этих устройств, их IP и MAC адреса (рис. 12).

Кроме этого, в окне доступных беспроводных сетей на кнопке "Mobile hotspot" будет представлено общее число текущих подключений. Для рассматриваемого примера текст на кнопке имеет вид "4/8 – test", то есть к сети с именем test сейчас подключено 4 из возможных 8 устройств.

Если для обычного доступа в Интернет, возможного с каждого из этих устройств, тип сетевого размещения сети test абсолютно не важен, то при необходимости организации информационного взаимодействия между этими устройствами оно принимает принципиальное значение. В окне "Центр управления сетями и общим доступом" компьютера виртуальной машины win10\_TPLink можно видеть, что на этом компьютере сейчас организовано две сети с доступом в Интернет, и обе эти сети они имеют профиль "Public network" (рис. 13).

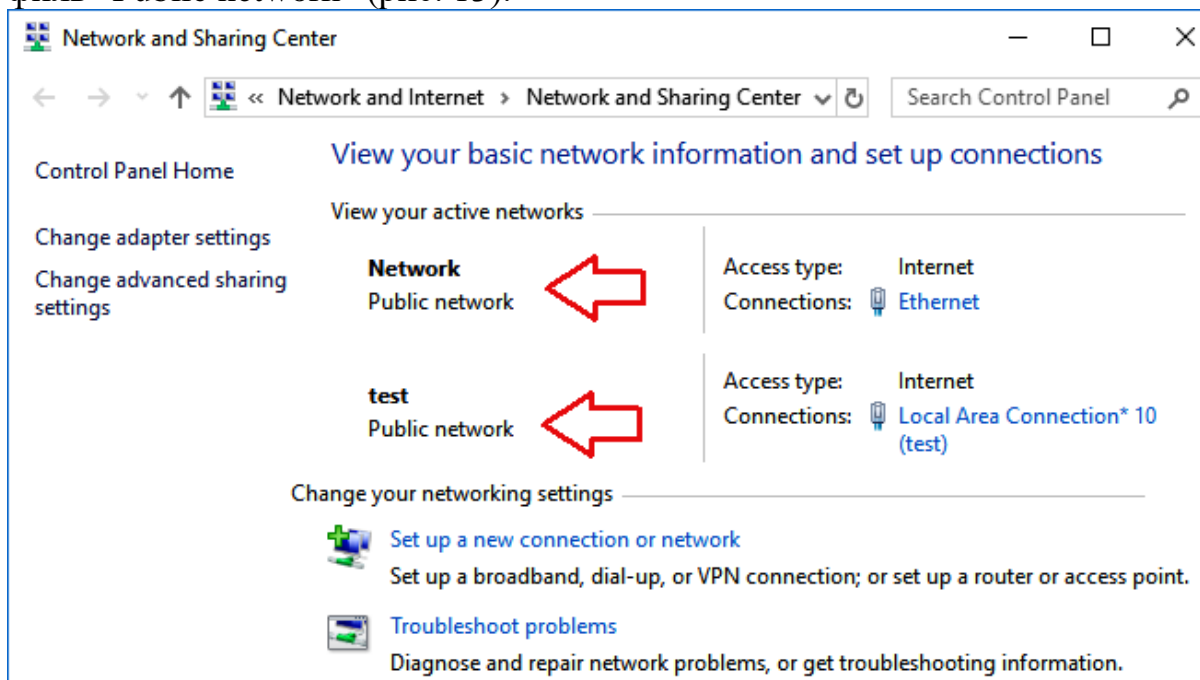


Рис. 12. Просмотр подключений к сети test мобильного хот-спота



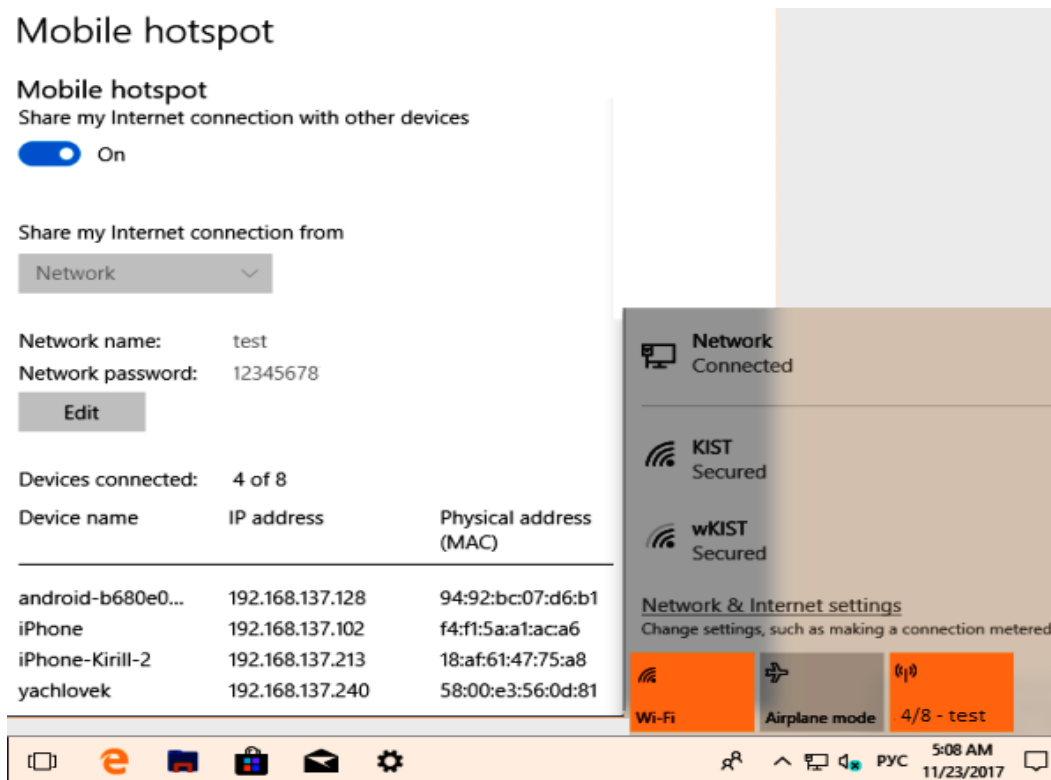


Рис. 13. Окно центра управления сетями и общим доступом

Профиль "Общедоступная сеть (Public network)" накладывает большое количество ограничений на передачу данных по сети. Например, в ней нельзя создать домашнюю группу. У профиля "Частная сеть" таких ограничений меньше. Каждый из профилей представляет собой набор настроек брандмауэра и локальных политик безопасности. По умолчанию, для новой сети ОС Windows 10 присваивает профиль "Общедоступная сеть". Поэтому если к мобильной точке доступа подключиться с какого-либо устройства, работающего под управлением ОС Windows 10, то система выдаст запрос о необходимости выбрать тип профиля сети (рис. 14).

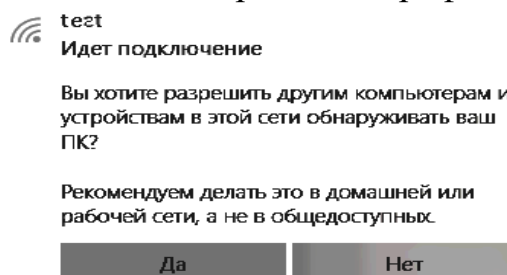


Рис. 14. Запрос на выбор профиля сети

При нажатии кнопки "Да" сети будет присвоен тип "Частная", но если нажать кнопку "Нет" или просто игнорировать этот запрос, то Windows 10 присвоит этой сети тип "Общедоступная". Если сеть используется только для доступа в Интернет, то нет особой разницы в выборе типа сети, но предпочтительнее использовать профиль "Общедоступная сеть", так как он более безопасный.

Однако, при соединении компьютеров в локальную сеть, ее тип уже будет иметь существенное значение. Потребуется смена профиля сети с "Общедоступной" на "Частную", чтобы уменьшить число ограничений на обмен данными в этой сети. Под этим подразумевается передача файлов между компьютерами, разделение общих ресурсов, таких, например, как принтер. На Windows 7 изменить тип сети можно было непосредственно в "Центре управления сетями", но в Windows 10 такой возможности нет, и надо использовать другие подходы.

### **Библиографический список**

1. Хабаров С.П.. Организация гетерогенных ЛВС с терминальным доступом между ее узлами. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 267-280.
2. Хабаров С.П. Терминальный доступ между Ubuntu и Windows компьютерами. В сборнике: Информационные системы и технологии: теория и практика Сборник научных трудов. отв. ред. А.М. Заяц.2016, с.30-42.
3. Амбросовский В.М., Баглюк Ю.В., Слипченко А.С., Хабаров С.П. Интегрированные системы управления техническими ср-ми корабля.
4. Морской вестник. 2014. № 2 (50), с. 63-65.
5. Хабаров С.П. Использование утилиты websocketd для удаленного выполнения программ. //Сборник научных трудов "Информационные системы и технологии: теория и практика" – СПб.:СПбГЛТУ, 2017. № 9, с.94 - 109.

**К.М. Сусь**, магистр  
СПбГЛТУ

**С.П. Хабаров**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
Serg.Habarov@mail.ru

### **МОНИТОРИНГ БЕСПРОВОДНОЙ WI-FI СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕВОГО МОНИТОРА MICROSOFT NETWORK MONITOR**

Для анализа структуры пакетов, циркулирующих в беспроводных Wi-Fi сетях, используют такие программные продукты, как Wireshark, Acrylic Wi-Fi, Microsoft Network Monitor и ряд других. Пакет Acrylic Wi-Fi Professional является коммерческим продуктом профессионального анализа и решения проблем безопасности и функционирования беспроводных сетей в режиме реального времени. Позволяет получить данные о всех Wi-Fi сетях, включая скрытые, использовать режим мониторинга для перехва-

та и анализа Wi-Fi трафика, создания списка оборудования и подключенных устройств, а также для анализа скорости работы Wi-Fi.

Свободно распространяемый Wireshark для захвата сетевого трафика использует библиотеки LibPcap или WinPcap, но в Windows они не поддерживают беспроводные сетевые карты. Поэтому Wireshark можно использовать только с Wi-Fi адаптерами, для которых есть специальный AirPcap драйвер.

К сожалению, большинство стандартных Wi-Fi адаптеров низкой и средней ценовых категорий таких драйверов не имеют. Поэтому в данной статье будет рассмотрен процесс мониторинга беспроводной Wi-Fi сети и анализ ее фреймов с использованием сетевого монитора Microsoft Network Monitor

Выбор данного продукта обусловлен возможностью вести захват фреймов данных без установки специального драйвера, а также применять фильтры к дампу захваченных или захватываемых пакетов. Эта программа хорошо документирована и позволяет без труда настроить фильтры для получения нужного результата. Одной из лучших функций программы является возможность отслеживания трафика и его привязки к работающему процессу, в результате чего пользователь может быстро определить приложение, которое обменивается с машиной, а также тип передаваемого трафика, без необходимости просмотра больших объемов трафика.

Загрузить Microsoft Network Monitor можно из Интернета, перейдя по ссылке: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=4865>. Далее надо выполнить обычный процесс установки ПО: согласиться с условиями использования программы, на следующем шаге отказаться от использования MS Update, а затем выбрать Typical установку.

После этого следует дождаться окончания установки программы и обязательно перезагрузить компьютер. При первом запуске программа будет иметь вид, который представлен на рис.1. Для начала работы в Microsoft Network Monitor надо выбрать нужный беспроводной интерфейс, а затем в панели инструментов кликнуть по кнопке New Capture (Новый Захват).

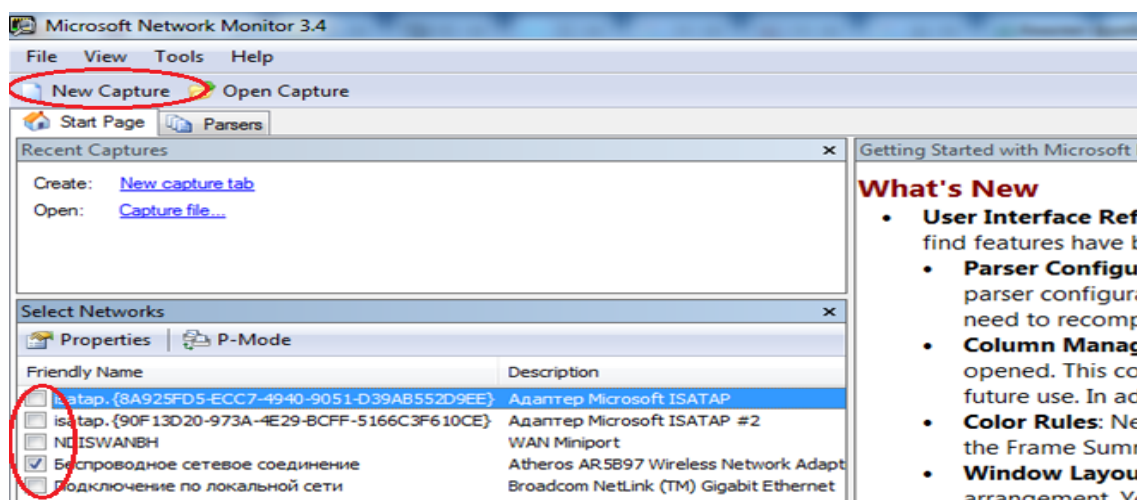


Рис. 1. Скриншот вновь установленного пакета Microsoft Network Monitor

Программа сформирует новую закладку Capture 1, а в панели управления появится кнопка Start, которую необходимо кликнуть для начала захвата трафика. В процессе захвата пакетов, проходящих через выбранный сетевой интерфейс, слева отобразится список процессов, работающих с сетью. В правой части будет представлено окно используемых фильтров, окно захваченных фреймов конкретного процесса, окна детализации выделенного фрейма и его дампа (рис. 2).

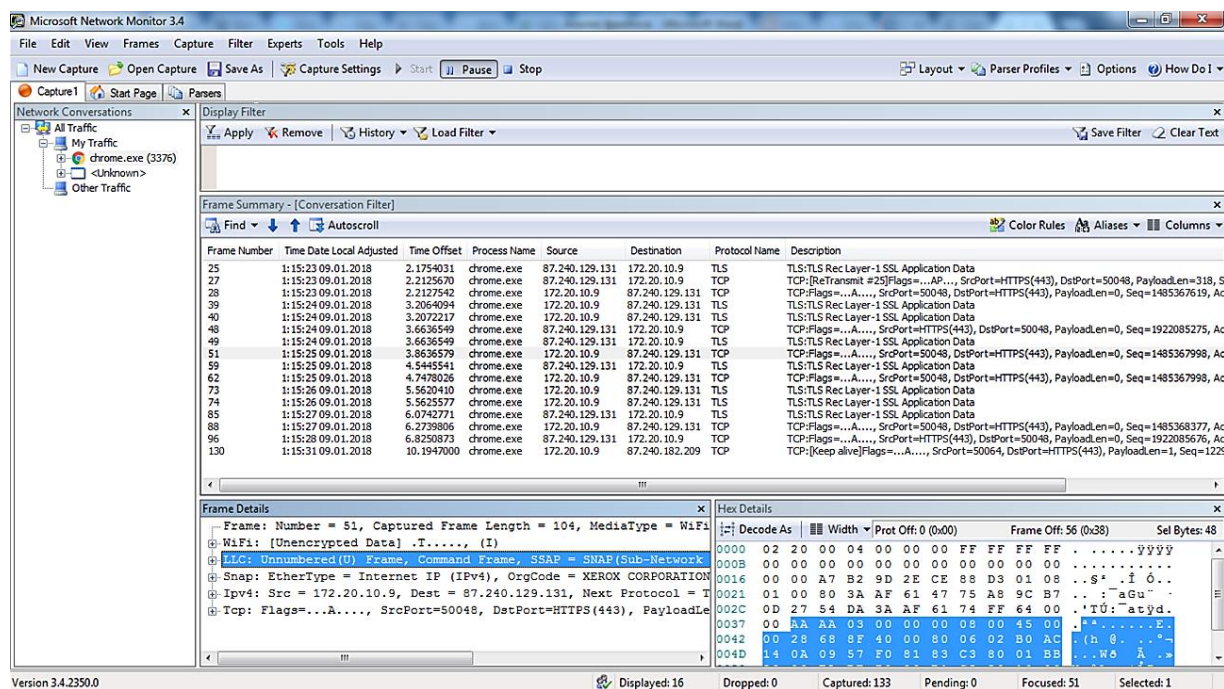


Рис. 2. Основной интерфейс программы

В качестве примера захвата беспроводного трафика выполним ICMP запрос на сервер ya.ru (IP=87.250.250.242), используя для этого команду ping ya.ru. По завершению ее работы, нажав в панели инструментов кнопку Pause, можно приостановить захват других сетевых пакетов. Чтобы провести анализ сетевого трафика, относящегося только к этой команде, имеется возможность ввести в окне Display Filter выражение

```
ipv4.Address == 87.250.250.242
```

и нажать кнопку Apply. Это приведет к тому, что в окне Frame Summary останутся только те пакеты, в которых фигурирует данный IP адрес. Таких пакетов будет всего восемь. Они будут соответствовать четырем эхо-запросам на сервер ya.ru и четырем эхо-ответам от этого сервера на наш компьютер (рис. 3).



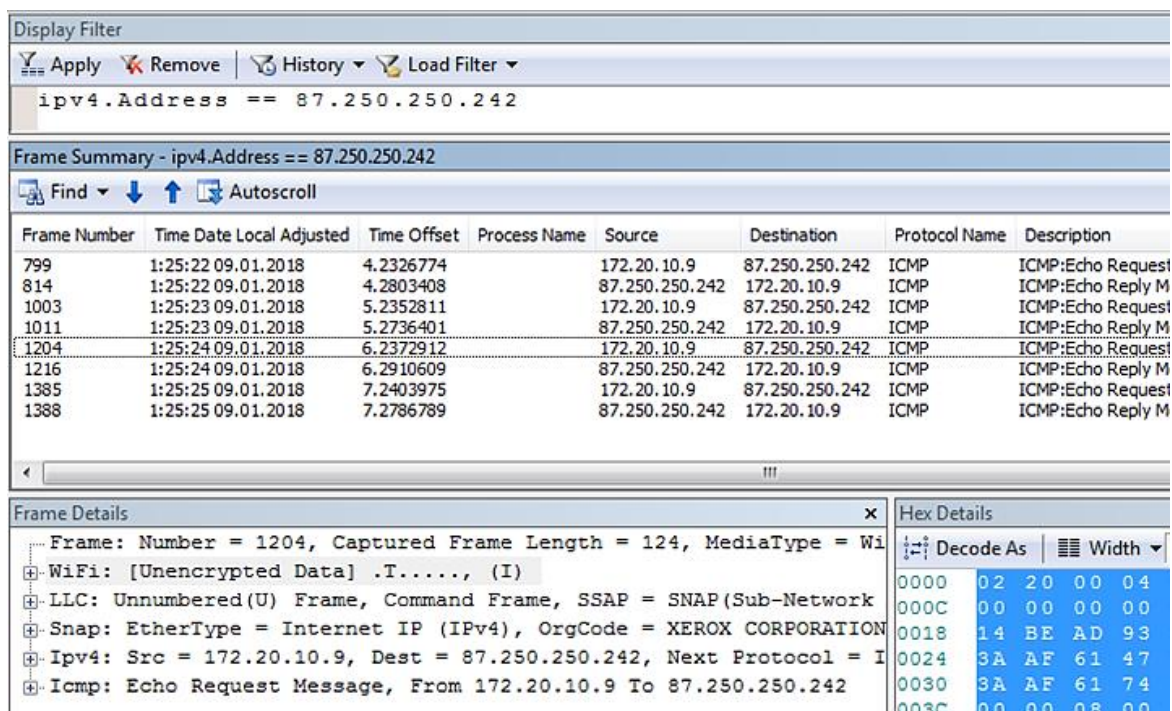


Рис. 3. Пакеты, соответствующие команде ping ya.ru

Интерфейс Microsoft Network Monitor позволяет формировать и более сложные комбинированные фильтры с целью получения нужных для анализа результатов. Так, например, если применить фильтр:

```
ipv4.DestinationAddress == 87.250.250.242 && frame.WiFi,
```

то в окне Frame Summary останется всего четыре пакета, только те, в которых в качестве адреса назначения указан IP адрес 87.250.250.242. Если при этом если осуществлялся захват пакетов сразу с нескольких сетевых интерфейсов, то дополнение фильтра выражением frame.WiFi помогает из всего дампа пакетов выделить только те пакеты, которые были переданы по беспроводному Wi-Fi, а все остальные пакеты будут отсеяны.

Выполнив захват беспроводного сетевого трафика, и осуществив его фильтрацию, можно проанализировать структуру, формат и содержимое каждого из этих пакетов. Так как все они имеют одинаковую структуру, то без ущерба для общности анализа можно рассмотреть только один из них, например, фрейм под номером 1204. В окне Frame Details (рис. 3) можно увидеть, как ICMP пакет сетевого уровня инкапсулируется в Wi-Fi фрейм канального уровня, который затем в виде радиосигнала передается на физическом уровне.

Следует отметить, что в стандарте 802.11 в качестве основных определено три типа фреймов, которые точки доступа и сетевые карты устройств с Wi-Fi используют для коммуникаций, управления и контроля, это:

- фреймы управления (Management frames),
- фреймы контроля (Control frames),
- фреймы данных (Data frames).

Каждый фрейм имеет контрольное поле, которое определяет версию протокола, тип фрейма и различные индикаторы. Дополнительно к этому все фреймы содержат MAC адреса источника и получателя, номер фрейма в последовательности, тело фрейма и проверочную последовательность фрейма для коррекции ошибок. Фреймы 802.11 переносят протоколы и данные более высоких уровней внутри тела фрейма. Например, фрейм данных может транспортировать HTML-код какой-либо веб-страницы (со всеми необходимыми заголовками TCP/IP).

Примером фрейма данных стандарта 802.11 является и фрейм под номером 1204, который соответствует ICMP эхо-запросу. При общей длине в 124 байта особое значение имеет фрагмент Frame Control (рис. 4).

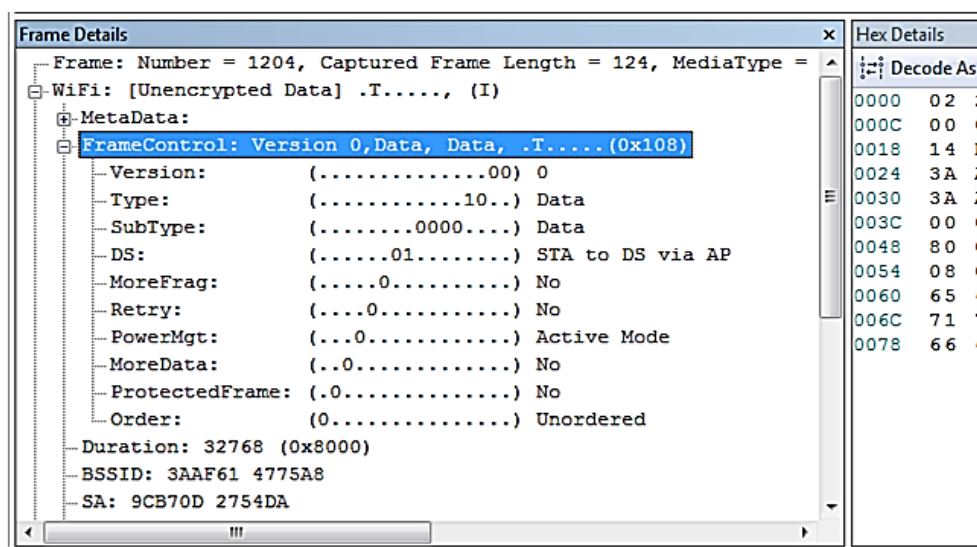


Рис. 4. Формат поля Frame Control фрейма эхо-запроса на сервер ya.ru

Эта двух байтовая структура описывает тип конкретного фрейма и предоставляет информацию для его обработки, используя следующие поля:

- Version – это поле клиенты используют для определения имеется ли у них поддержка конкретной версии протокола.
- Type и Subtype – определяют тип фрейма (control, data, management). Могут содержать несколько подтипов, каждый из которых определяет специфическую функцию для данного типа фрейма.
- To DS и From DS – указывает фрейм идет в или вышел из DS (Distributed System), и используется только в data фреймах клиентов связанных с определенной точкой доступа.
- More Fragments – указывает будут ли еще фреймы данных или фреймы управления.
- Retry indicates – указывает повторный этот фрейм или нет.
- Power Management – указывает является ли клиент в активном режиме или в режиме пониженного энергопотребления.

- More Data – указывает клиенту, работающему в режиме пониженного энергопотребления, что у точки доступа есть еще несколько кадров для отправки.
- Order – указывает на то, что все полученные кадры данных должны обрабатываться по порядку.

Вместе с описанным выше фрагментом Frame Control, важную роль в заголовке прокола Wi-Fi играют и другие поля, состав которых может меняться в зависимости от типа фрейма. Для конкретного фрейма данных состав полей имеет вид, представленный на рис.5.

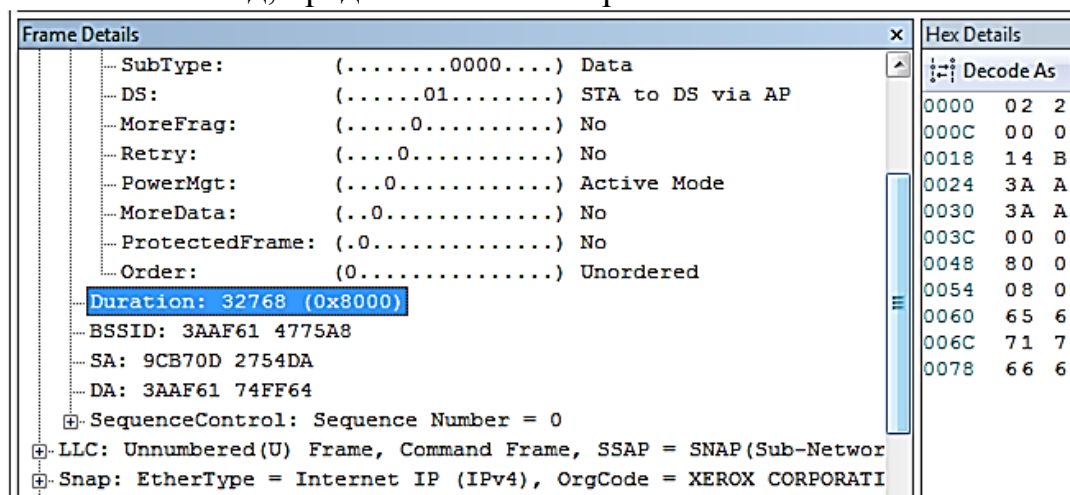


Рис. 5. Основные поля заголовка Wi-Fi протокола

Здесь поле Duration используется для указания времени, в наносекундах, необходимого на передачу фрейма. В зависимости от типа фрейма используются комбинацию из четырех возможных типов адреса:

- Basic Service Set Identifier (BSSID) – простейший идентификатор обслуживания, уникальный идентификатор каждой беспроводной сети, который подобен MAC адресу устройства Ethernet.
- Destination Address (DA) – указывает MAC получателя.
- Source Address (SA) – указывает MAC отправителя.
- Receiver Address (RA) – указывает MAC адрес ближайшего клиента в беспроводной среде, которому будет направлен фрейм.
- Transmitter Address (TA) – указывает MAC адрес клиента, который передаст фрейм в беспроводную среду.

Двухбайтовый фрагмент Sequence Control служит для управление последовательностью операций и состоит из двух полей Sequence Number, размером 12 бит, и Fragment Number, размером 4 бита (рис. 6):

- Sequence Number – указывает порядковый номер каждого фрейма. Он одинаков для каждого фрагмента фрагментированного фрейма. Число увеличивается на единицу пока не достигнет 4095, а потом опять начинается с 0.

- **Fragment Number** – указывает количество отправленных фрагментов. Вначале данное значение равно 0, а потом увеличивается на 1 при отправке каждого фрагмента.

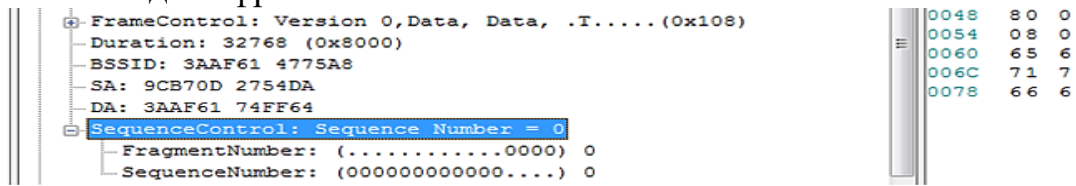


Рис. 6. Формат поля Sequence Control

Фрагмент Frame Body представляет собой область данных Wi-Fi фрейма, которая инкапсулирует в себя содержимое полученное от верхних уровней модели OSI. В данном примере (рис. 7) это заголовки LLC, SNAP и IPv4 уровней, а также содержимое ICMP эхо-запроса, отправленного на сервер командой ping. Так как эта команда использовалась без дополнительных параметров, то на сервер было послано сообщение, включающее в себя восьми байтный заголовок и последовательность из 32 букв латинского алфавита.

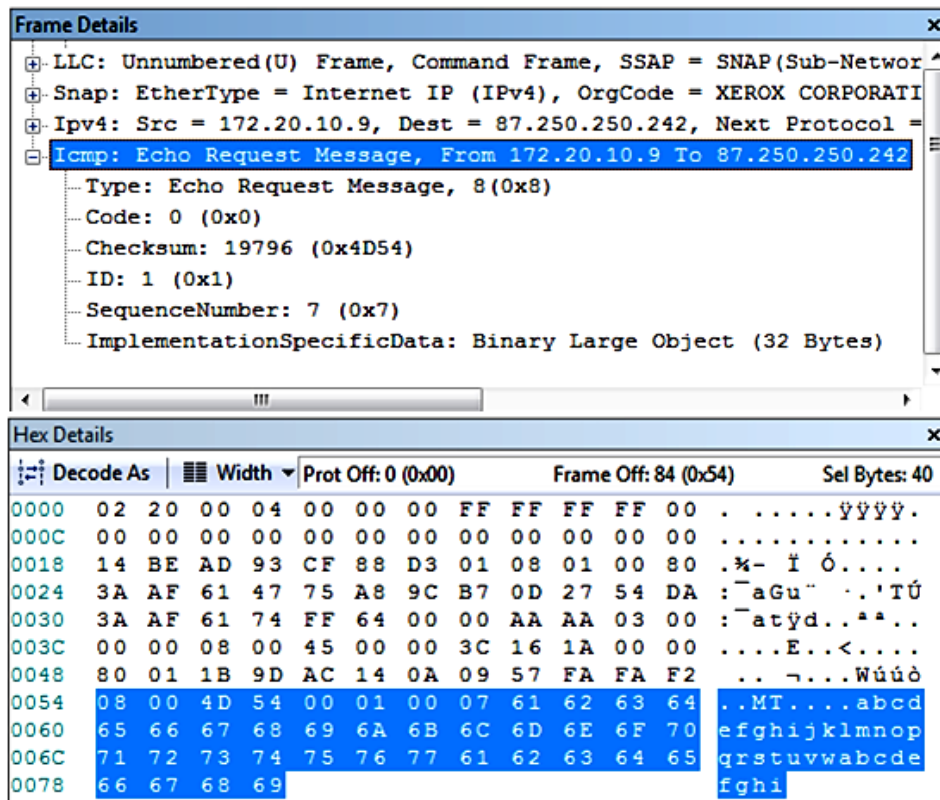


Рис. 7. Формат и значение области данных Wi-Fi фрейма

Таким образом, проведенный мониторинг беспроводной сети позволил установить, что Microsoft Network Monitor проводит захват беспроводного сетевого трафика в полном соответствии со стандартом 802.11 (рис. 8).



Кроме этого удалось установить, что в Wi-Fi фрейме, общая длина которого равна 124 байта, полезная информация составляет 40 байт, а без учета заголовка протокола ICMP всего 32 байта. Вся остальная информация представляет собой заголовки протоколов, обеспечивающих доставку полезной информации до сервера.

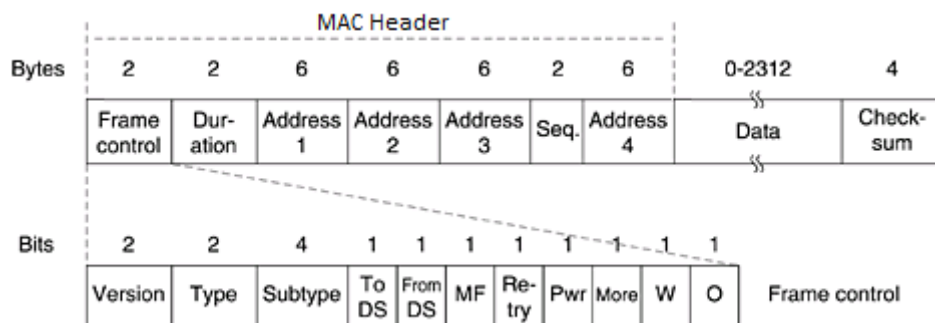


Рис. 8. Фрейм данных стандарта 802.11

Проведенное сравнение фреймов пакетов команды ping в разных типах беспроводных сетей (Ad Hoc и инфраструктура) позволило установить, что отличия данных фреймов, не считая размера данных в пакете, состоят только в поле DS фрагмента Frame Control, которое указывает принадлежность фрейма к определенному типу сети (рис. 9).

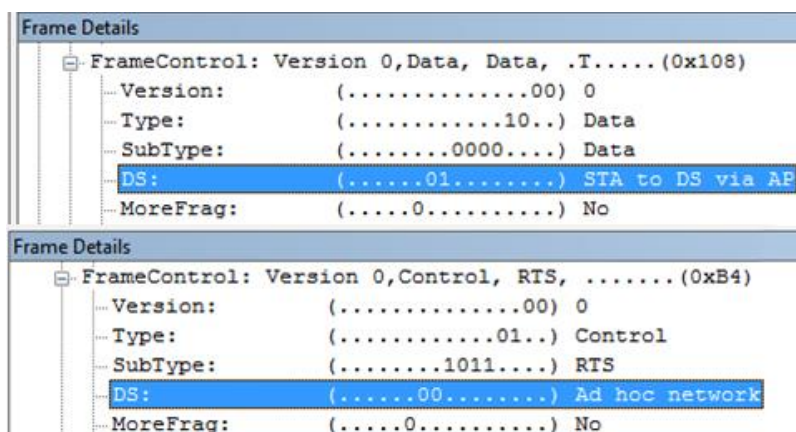
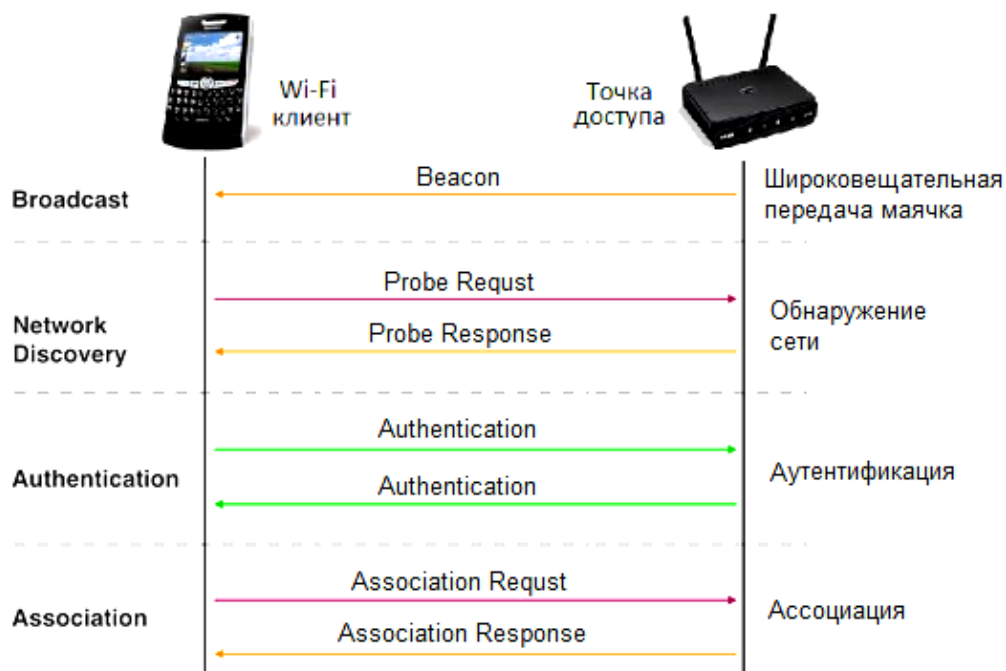


Рис. 9. Фреймы Wi-Fi в сетях с точкой доступа и Ad-Hoc

Выше достаточно подробно были рассмотрены фреймы данных стандарта 802.11. Следует отметить, что Microsoft Network Monitor позволяет также легко изучить и последовательность работы фреймов управления, которых в стандарте 802.11 определено 14 разных типов. Основное назначение фреймов управления состоит, в том, что они позволяют обнаруживать доступные в зоне сетевого адаптера беспроводные сети, и по возможности устанавливая с ними соединения (рис. 10).

Одним из наиболее важных фреймов управления является фрейм бикон (Beacon frame), которые по-русски называют еще маячками. Точка доступа периодически отправляет эти фреймы для анонсирования своего присутствия и предоставления необходимой информации (SSID, частот-

ный канал, временные маркеры для синхронизации устройств по времени, поддерживаемые скорости, возможности обеспечения QoS и т.п.) всем устройствам в зоне ее покрытия.



**Рис. 10.** Процесс установления связи в Wi-Fi в сетях

Беспроводные сетевые адаптеры пользовательских устройств периодически сканируют все каналы 802.11 и слушают маячки, как основу для выбора лучшей точки доступа для ассоциации. Пользовательские устройства обычно маячки не посылают, за исключением тех ситуаций, когда выполняется процедура их участия в IBSS (Independent Basic Service Set), то есть в одноранговом соединении типа Ad Hoc.

Выполнив захват фреймов управления, циркулирующих между парой беспроводных устройств, можно легко провести анализ 4-стороннего рукопожатия (4-way handshake), который описан в одноименном разделе стандарта IEEE 802.11i.

При этом, как было установлено в процессе исследования, этот анализ можно проводить, как непосредственно в среде Microsoft Network Monitor, так и путем сохранения дампа захвата в файл pcap с последующим его подробным анализом, но уже в среде Wireshark.

### Библиографический список

1. Амбросовский В.М., Баглюк Ю.В., Слипченко А.С., Хабаров С.П. Интегрированные системы управления техническими средствами корабля. Морской вестник. 2014, № 2 (50), с. 63-65.

2. Хабаров С.П. Организация гетерогенных ЛВС с терминальным доступом между ее узлами. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2016, Вып. 216, с. 267-280.

3. Хабаров С.П., Заяц А.М. использование технологии websocket в клиент-серверных экспертных системах. //В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование Материалы второй Международной научно-технической конференции. 2017, с. 278-280.

4. Хабаров С.П., Колмогорцев Е.Л. Отказоустойчивый протокол надежной доставки данных. //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии – СПб.:СПбГЛТУ, 2005, Вып. 174, с. 143-153.

**М.Л.Шилкина** кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
mchernobay@inbox.ru

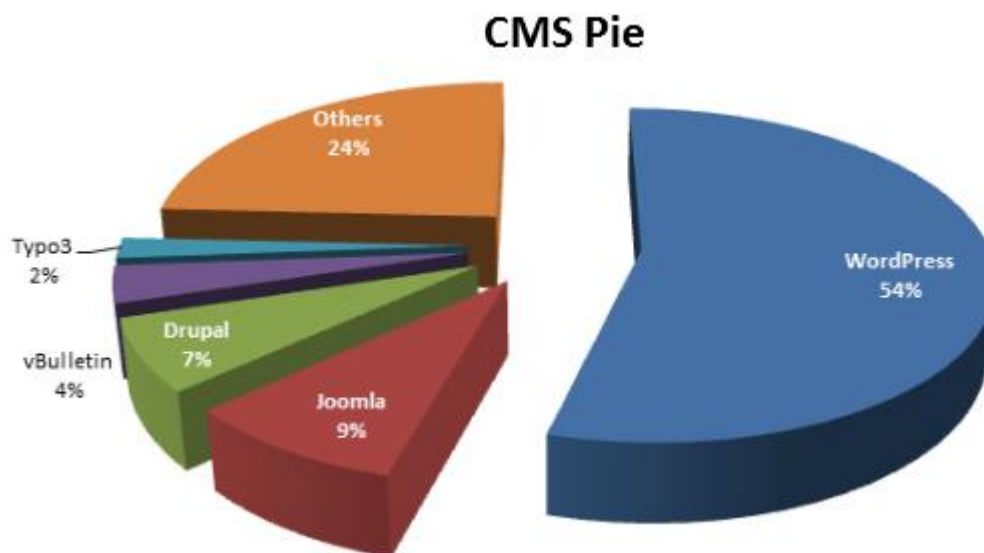
## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ CMS В САЙТОСТРОЕНИИ**

Система управления сайтом (content management system - CMS) - информационная система, используемая для организации совместного процесса создания, редактирования и управления содержимым, иначе контентом, сайта.

Сайты, организованные посредством CMS, основаны на следующих технологиях: веб-сервер, хранилище данных (СУБД, например MySQL или PostgreSQL), веб-приложение для обеспечения работы самой системы, визуальный (WYSIWYG) редактор страниц, файловый менеджер с веб-интерфейсом для управления файлами сайта, система управления правами пользователей и редакторов сайта.

Ориентироваться на использование CMS следует в подавляющем большинстве решений для создания сайтов. Это связано и с широким функционалом, предоставляемым такими системами, и в связи с тем, что на сегодняшний день созданы и поддерживаются сообществом разработчиков бесплатные CMS, удобные в настройке и использовании, при этом установка таких современных систем занимает немного времени и не требует особенных навыков.

Рассмотрим преимущества и недостатки четырех наиболее популярных CMS (см.рис.1): Wordpress, Joomla!, Drupal и PrestaShop, причем последняя CMS не столь популярна по сравнению с тремя другими универсальными системами, но зато специально разработана для создания интернет-магазинов.



**Рис.1.** Процентное соотношение использования различных CMS

Какие общие параметры присутствуют у WordPress, Joomla, Drupal и PrestaShop?

- Эти системы написаны на PHP.
- Все они позволяют применять MySQL как встроенную систему управления базами данных. Помимо MySQL, Joomla и Drupal могут работать и с другими базами.
- Для каждой из них доступна техническая поддержка – официальные сообщества, блоги и форумы разработчиков на этой CMS.
- Эти CMS применяют шаблоны для отображения сайтов, а также модули или плагины для увеличения функциональных возможностей.
- Каждый движок имеет множество дополнительных инструментов, чтобы добавлять на сайт уникальные функции.

Хотя сходств между этими тремя CMS много, в некоторых аспектах они различаются. Сравнение систем управления контентом надо проводить как по предоставляемым системой возможностям, так и по удобству работы с ней пользователя.

### 1. Сфера применения

Wordpress система разрабатывалась для создания блогов, её модули в установочной конфигурации предназначены именно для этого. Система рассчитана на не слишком опытного пользователя, так как для корректной работы данной системы знание php не требуется, всю настройку можно провести из интерфейса административной панели.

Сразу после установки любой CMS можно опубликовать заметку или создать страницу, содержащую тот или иной контент. Кастомизация в контексте выбора CMS — это адаптация «движка» к публикации контента в соответствии с особенностями проекта и потребностями его аудитории. Например, если создается блог, CMS должна отображать на главной странице последние публикации, а если интернет-магазин, должна быть возможность публиковать карточки товара. Для Wordpress стандартные ин-

струменты практически не предполагают кастомизации, т.е. базовая функциональность WordPress не позволяет пойти дальше блога или сайта-визитки со стандартными возможностями. Этим система невыгодно отличается от Joomla! и Drupal, в которых и без дополнительных расширений и модулей можно сделать блог, сайт-визитку и даже корпоративный сайт или ресурс для контент-проекта.

Преимуществом Wordpress является наличие самых широких среди остальных CMS возможностей кастомизации с помощью готовых плагинов, модулей, расширений. Так как у этой CMS самая широкая аудитория пользователей, то сложно придумать функцию или возможность, для которой сообщество поддержки не написало хотя бы один модуль. Большинство плагинов для WordPress распространяется бесплатно, и, кроме того, для Wordpress также широкие возможности кастомизации с помощью тем и шаблонов. Для этой CMS можно найти много готовых тем, адаптированных для проектов разного типа: блогов, контент-ресурсов, интернет-магазинов, хотя если судить по собственному опыту и мнению большинства пользователей, магазин в Wordpress настраивать существенно труднее, чем в других трёх вышеперечисленных CMS. Тем не менее, хотя функциональность Joomla и Drupal также можно адаптировать к особенностям проекта с помощью расширений, модулей и готовых тем-шаблонов, готовых решений существенно меньше по количеству.

Основным преимуществом Joomla перед Wordpress, является наличие более широких функциональных возможностей (хотя и не такие, как у Drupal), но при этом Joomla обладает очень простым дружественным пользовательским интерфейсом. Эта система, в отличие от Wordpress, имеет встроенную поддержку многоязычности сайта, расширенную поддержку баз данных - может работать с Microsoft SQL Server и PostgreSQL, автоматизированную настройку SEO, предусмотрены настраиваемые схемы расположения модулей, включая левый, правый, центральный и любое другое произвольное положения блока, и, наконец, гибкая система управления пользователями, что в Wordpress возможно только с помощью платных плагинов. При желании содержимое модуля можно включить в содержимое материала.

Drupal позволяет создавать сложные веб-сайты, но при этом требует хорошо владеть PHP и иметь технические навыки, без которых пользователь может обойтись, используя Joomla или WordPress. Преимуществом Drupal является наличие так называемых хуков (hook) - обработчиков событий, которые позволяют избежать практически любых проблем в системе. Drupal имеет ряд определённых только для него понятий, например, таксономия - это построение логической древовидной структуры из каких либо понятий путём связывания понятий с определёнными модулями сайта, что позволяет систематизировать контент по уровням, признакам и категориям. Модули CCK и VIEWS позволяют конструировать произвольные типы данных и их отображение. При создании страниц можно выбрать

её тип, например, при выборе типа книга получаем возможности wiki, т.к теперь любой пользователь может редактировать содержимое. Вывод можно сделать такой, что из рассматриваемых CMS Drupal - наиболее сложная в освоении, но и наиболее универсальная. Drupal представляет собой набор модулей (рис.2), обращающимися к общему API, и с помощью Drupal можно разработать сайт любого типа - от блога до крупного информационного портала или интернет-магазина.

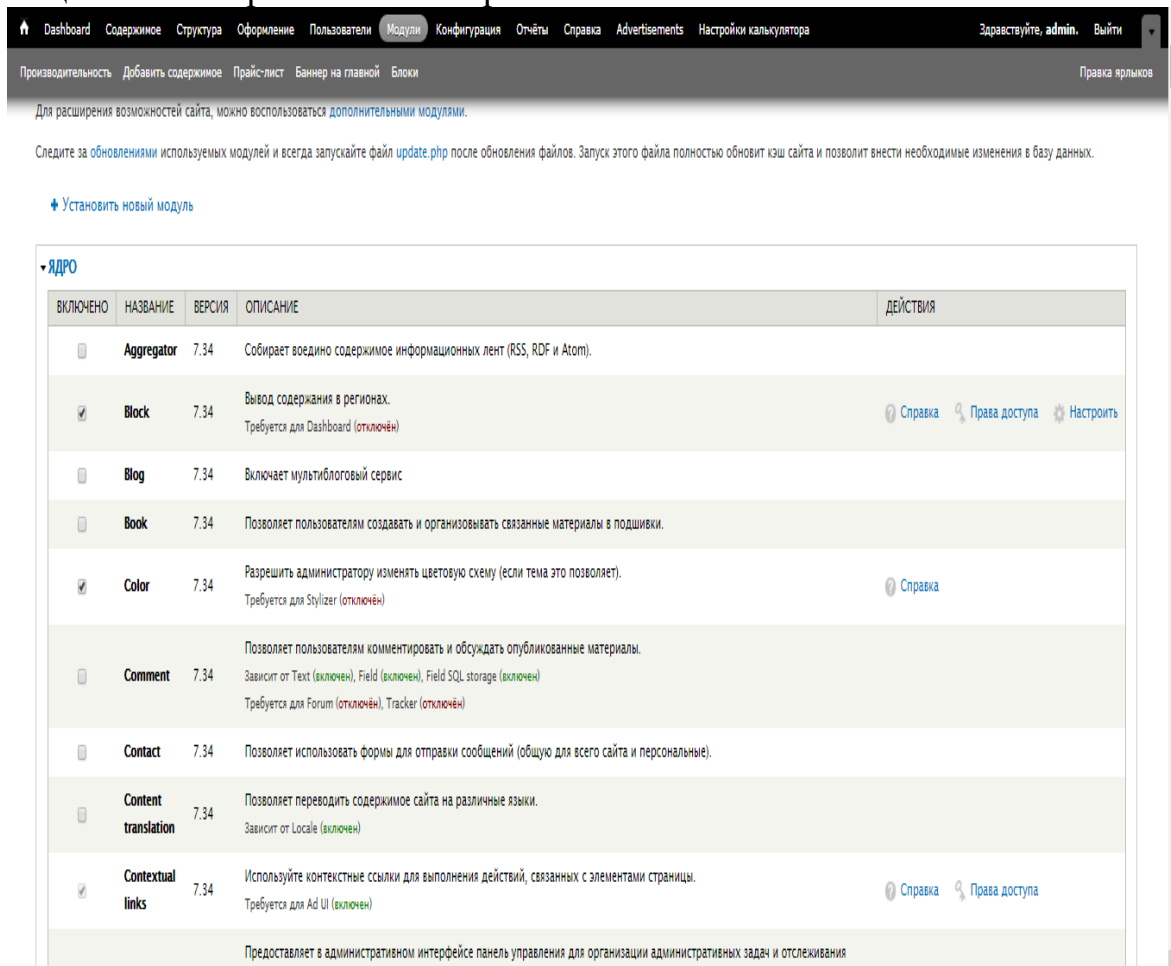
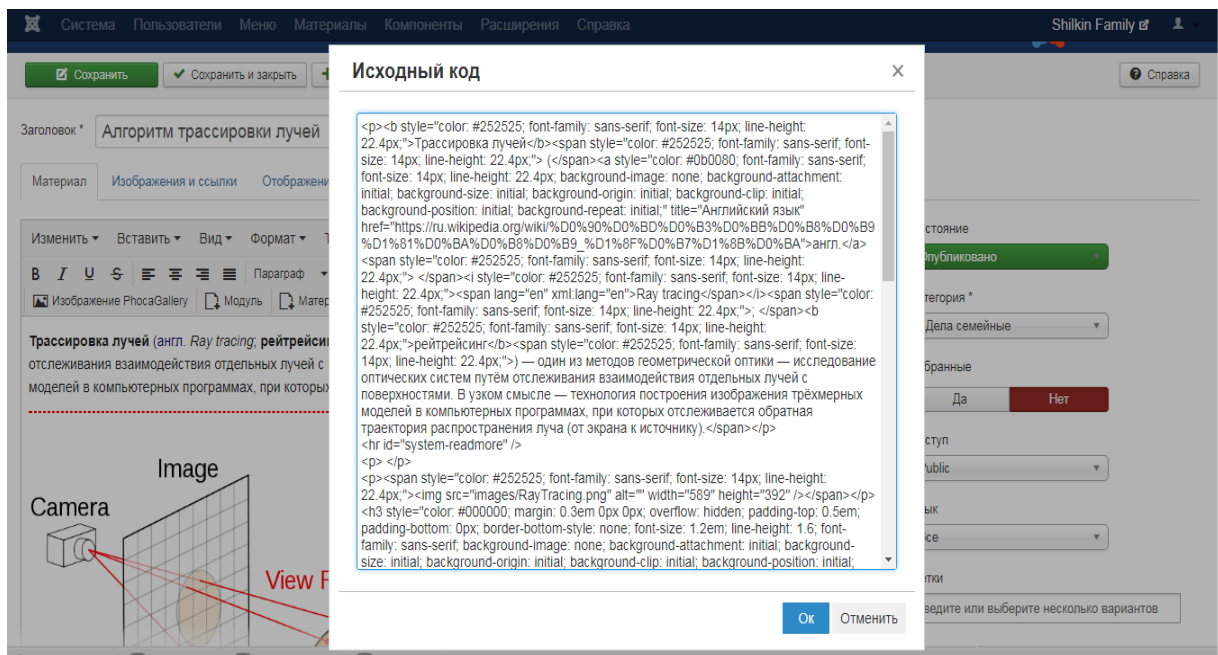
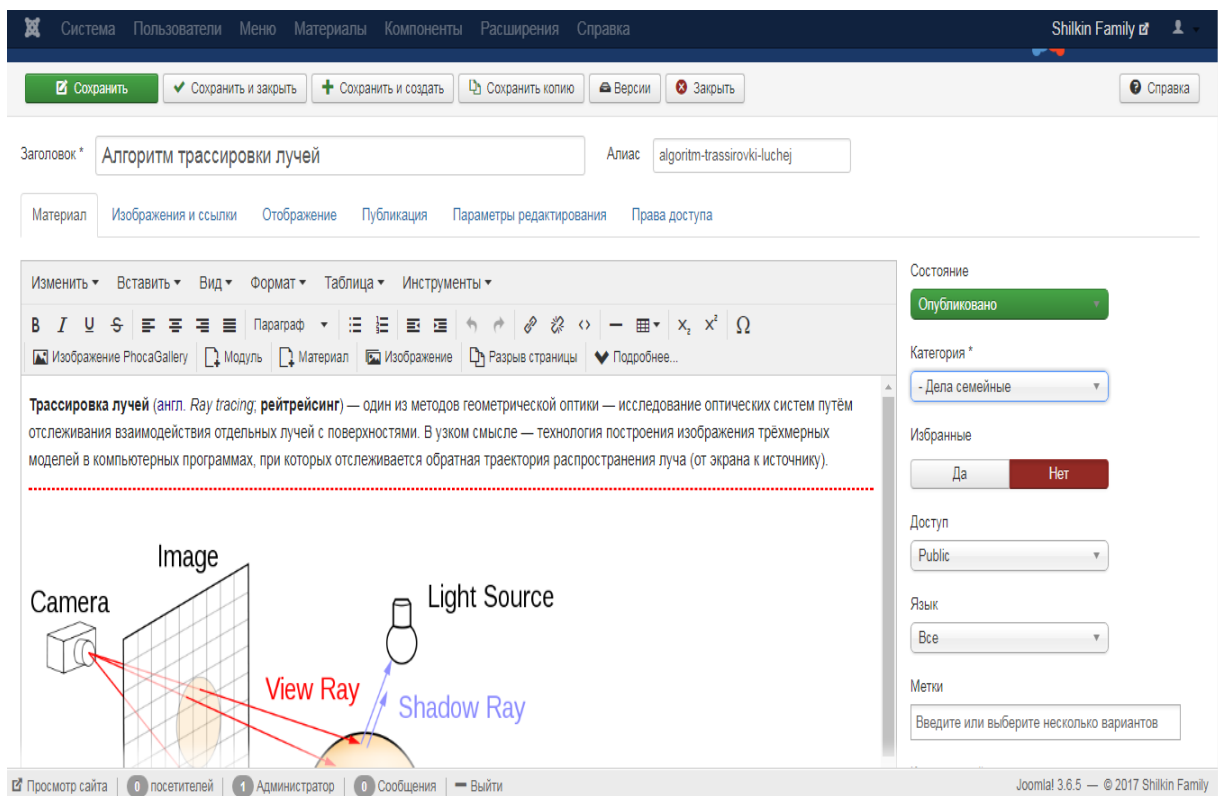


Рис.2. Структура CMS Drupal - ядро и дополнительные модули

## 1. Визуальный редактор содержимого сайта

Простой редактор контента - это то, ради чего пользователи используют CMS. Через интерфейс редактора можно мгновенно публиковать и редактировать контент. Большинству пользователей необходим редактор, позволяющий работать с визуальными объектами. Этот тип визуального интерфейса называется WYSIWYG от английского предложения What You See Is What You Get - что видишь, то и получишь. Редактор по умолчанию WordPress и Joomla можно назвать оптимальным решением, возможностей которого хватит подавляющему числу пользователей. Он позволяет работать с контентом в визуальном режиме или в режиме HTML на выбор. А если по каким-то причинам не устраивает базовое решение, можно выбрать в каталоге плагинов подходящий редактор, например, TinyMCE Advanced (рис. 3) или JCE.





**Рис.3.** Визуальный редактор и редактор HTML-кода в CMS Joomla!

Предложенный по умолчанию редактор Dgural по функциональным возможностям близок к Notepad. Поэтому чтобы работать с этим «движком», необходимо установить модуль с полноценным редактором, например, TinyMCE.

### 3. SEO - поисковая оптимизация сайта в интернете

Речь идет о совокупности функций и характеристик, позволяющих адаптировать ресурс к потребностям пользователей поисковых систем, т.е. CMS должна соответствовать требованиям поисковых систем. При разра-

ботке сайтов часто приходится сталкиваться с проблемой дублированного контента, когда одна и та же страница доступна по разным адресам. Поисковые системы негативно относятся к дублированному контенту, будь это кража содержимого с другого сайта или дубликаты страниц на одном сайте, потому что это замедляет их работу и поглощает ресурсы на индексацию дубликатов. Поэтому организация канонических страниц как существенная часть SEO оптимизации сайта позволяет избежать индексирования страниц-дублей. Канонические ссылки (атрибут тега `<link rel="canonical">`, вложенного в тег `<head>`) позволяют указать какую именно страницу из группы похожих или одинаковых страниц нужно индексировать. Полезность данного инструмента связана с правильным толкованием страниц сайта поисковыми системами, к чему в значительной степени и сводится SEO сайта. Joomla! поддерживает канонические URL по умолчанию. В WordPress канонизация URL, а также читабельного url, добавление тегов `<meta>` и блокировка индексации страниц категорий и архивов обеспечивается с помощью SEO-плагинов All in One SEO Pack. В Drupal все те же функции реализуются установкой не одного, а связки дополнительных модулей, таких как Nodewords, Pathauto, Token, Transliteration, Global redirect, Node noindex, Metatags Quick и Page Title Module. В PrestaShop и Joomla (рис.4) настройку читабельных url, тегов `<meta>`, ликвидацию дублей можно сделать из административной панели без установки дополнительных модулей.

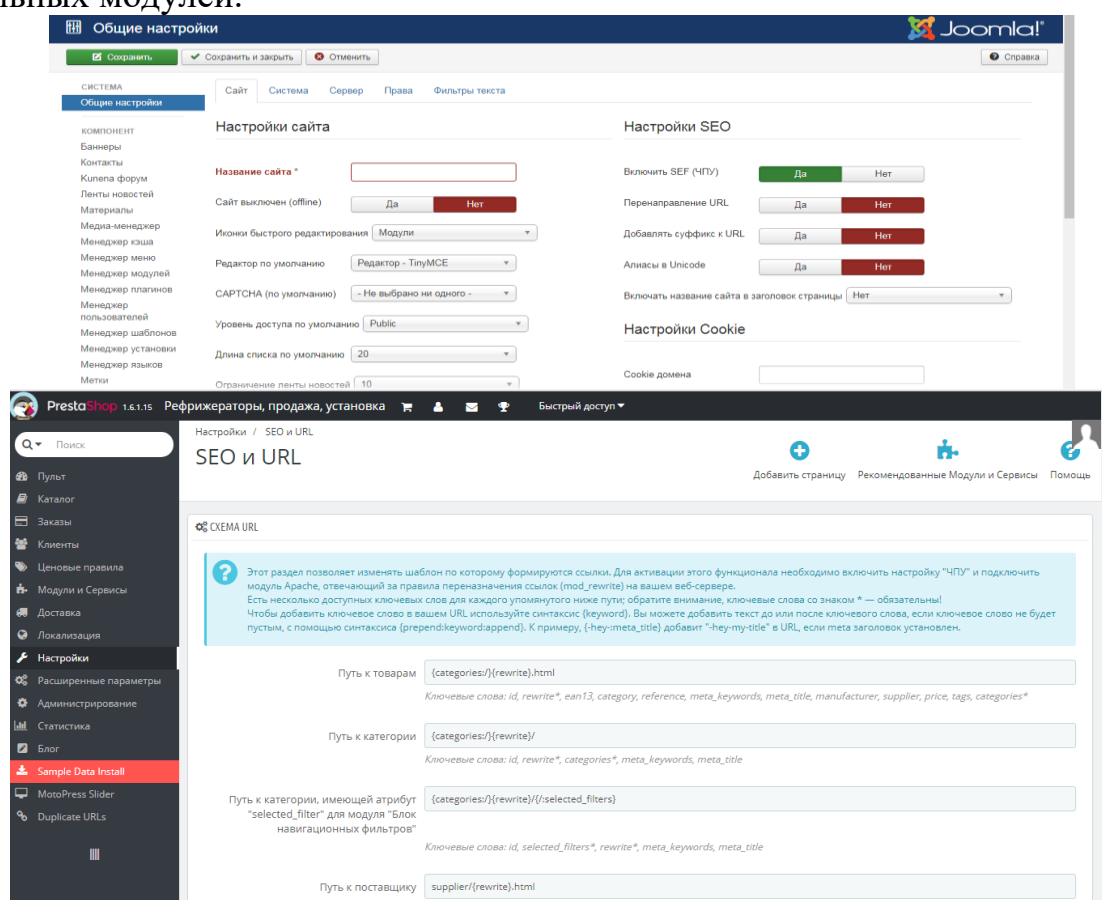


Рис.4. Настройка SEO в административной панели Joomla и PrestaShop



В контексте SEO немаловажна также возможность управлять XML-картой сайта (для автоматизации обновления индексов в поисковиках при добавлении статей на сайте) и файлом robots.txt. В WordPress, Joomla!, Drupal эти задачи решаются с помощью плагинов, расширений и модулей, в PrestaShop генерацию robots.txt можно сделать прямо из административной панели без установки дополнительных модулей.

В контексте SEO-дружественности также важна интеграция CMS с сервисами аналитики – «Яндекс.Метрикой», Google Analytics, Liveinternet.ru или другими аналитическими системами, возможность отслеживать ключевые параметры в административной панели, получать статистику посещаемости и формировать различные виды отчетов, вплоть до детализации посещаемости по минутам. Во всех четырех рассматриваемых CMS это можно сделать с помощью расширений Google Analytics и Yandex Metrika.

#### 4. Управление уровнями доступа пользователей

Эта функция позволяет давать расширенные права с доступом к закрытым разделам сайта платным подписчикам или модераторам контент-проектов, владельцы интернет-магазинов могут предоставлять специальные возможности постоянным покупателям. В WordPress можно разрешить или запретить регистрацию новых пользователей, а также назначить уровень доступа зарегистрированного участника. После регистрации администраторы могут менять роли пользователей вручную (рис.5).

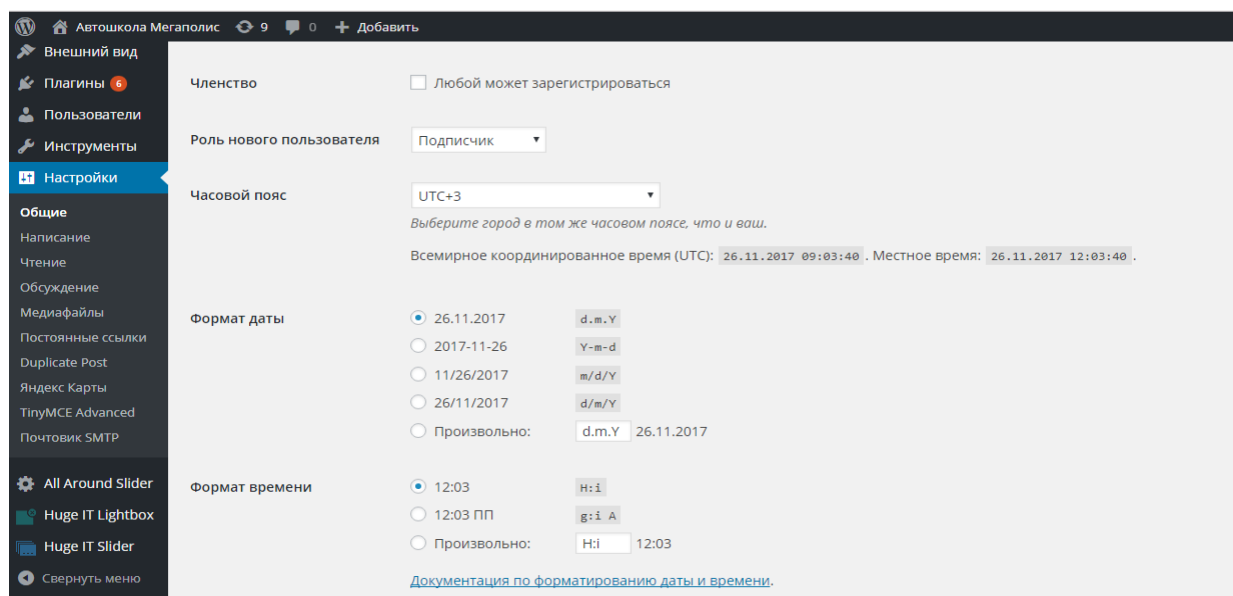
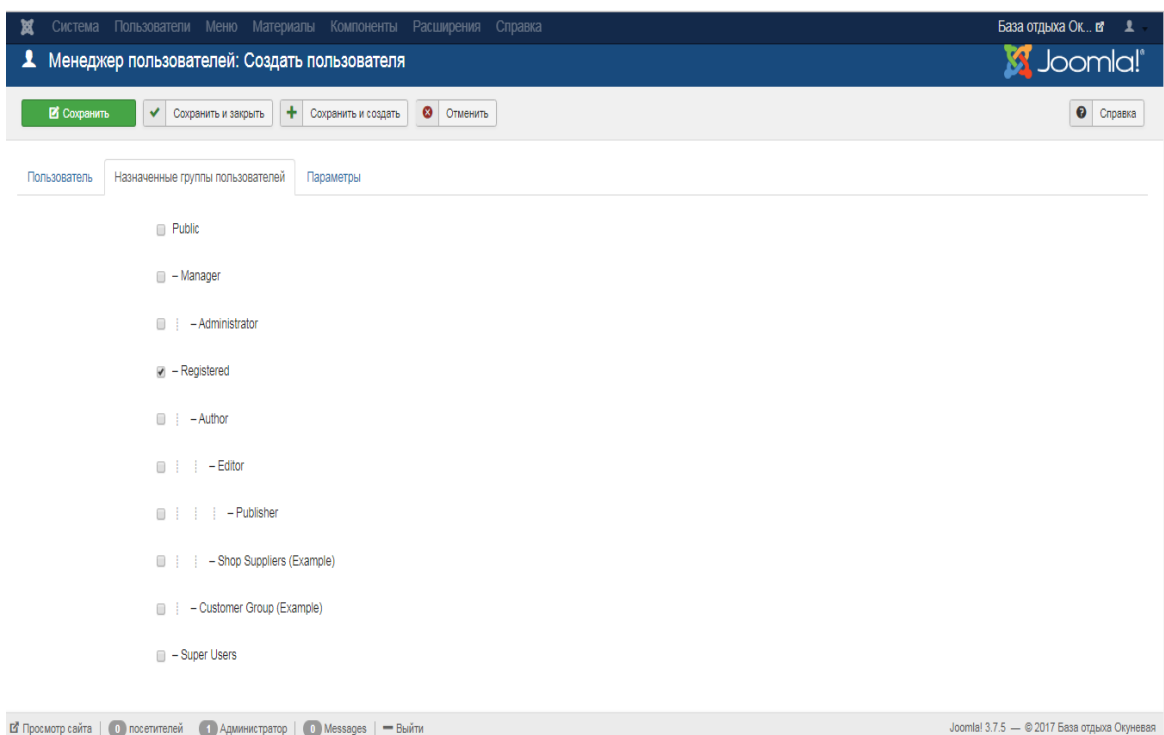


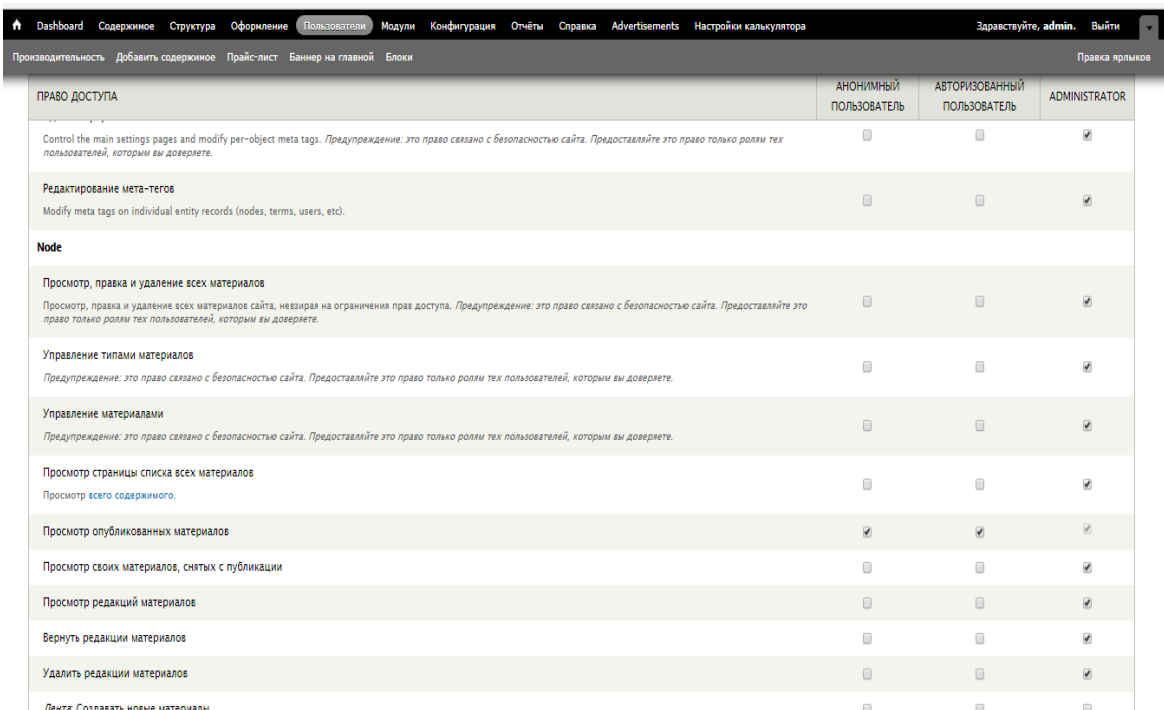
Рис.5. Реализация управления уровнями доступа в WordPress

В CMS Joomla! обладающий наибольшими правами пользователь из категории Super Users может включить пользователей в группы с разными правами: от гостя до администратора (рис.6).



**Рис.6.** Управление правами пользователей в Joomla!

CMS Drupal отличается гибкими настройками прав анонимного и зарегистрированного пользователя, а также администратора (рис.7).



**Рис.7.** Гибкие настройки прав пользователей в Drupal

## 5. Реализация интернет-магазина

Можно сделать интернет-магазин с использованием практически любой CMS. Идеальная система управления контентом для онлайн-

торговли должна обладать простотой запуска и управления, функциональностью и возможностью гибкой настройки под индивидуальные особенности проекта. По этим критериям лучшей CMS для реализации магазина является PrestaShop. Если пользователь имеет опыт работы с её административной панелью, то через полчаса может начать торговать - интерфейс связи со всеми электронными платёжными системами интегрирован в эту систему, остаётся только загрузить csv-файл с каталогом наименований, характеристик и цен товаров (рис.8).

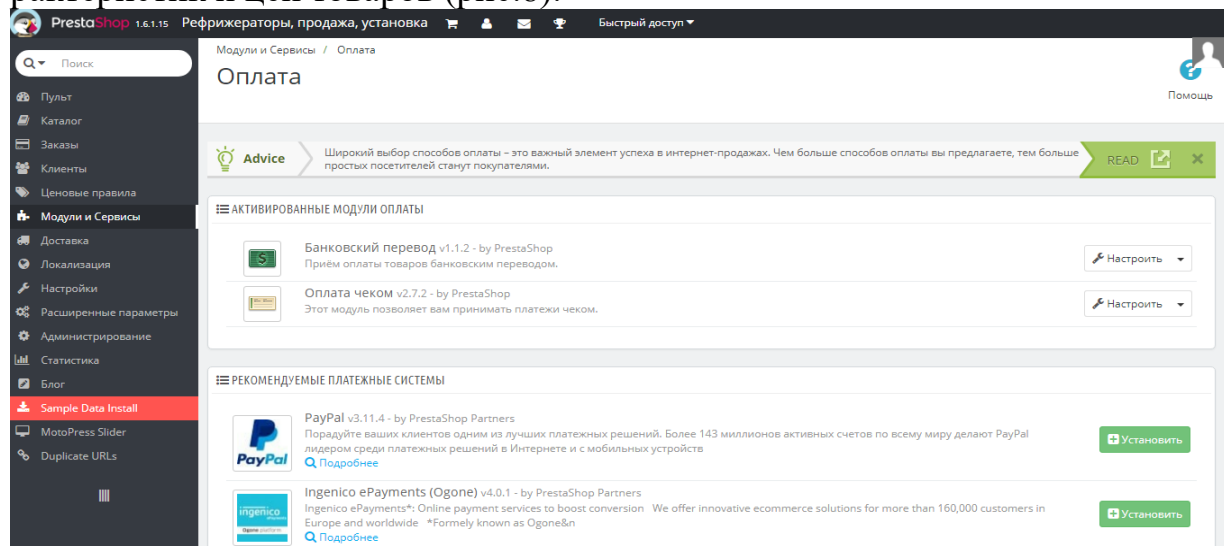


Рис.8. Административная панель PrestaShop

Если создавать магазин на WordPress, то надо будет потратить немало времени на адаптацию функциональности системы к нуждам магазина, так как изначально эта система адаптирована для блогов, а не электронной торговли: потребуется установить плагин магазина, лучшими бесплатными сейчас являются WP shop и Woocommerce, затем надо добавить модули оплаты через платежные агрегаторы, например, Robokassa или OnPay, или отдельные платежные системы, например, WebMoney или ЯндексДеньги.

Наконец, если проект необходимо адаптировать для торговли товаром с выраженной специфичностью, то сайты, созданные в более гибких с точки зрения функционала Drupal и Joomla! проще настроить для решения индивидуальных задач (рис. 9). Кроме того, если проект масштабный, с постоянно увеличивающимся числом товарных позиций, то в этом случае использовать надо Drupal, так как сайты на Drupal, как правило, характеризуются улучшенной производительностью – страницы подгружаются быстрее и показывают меньшее время отклика, чем ресурсы, разработанные на WordPress и Joomla.

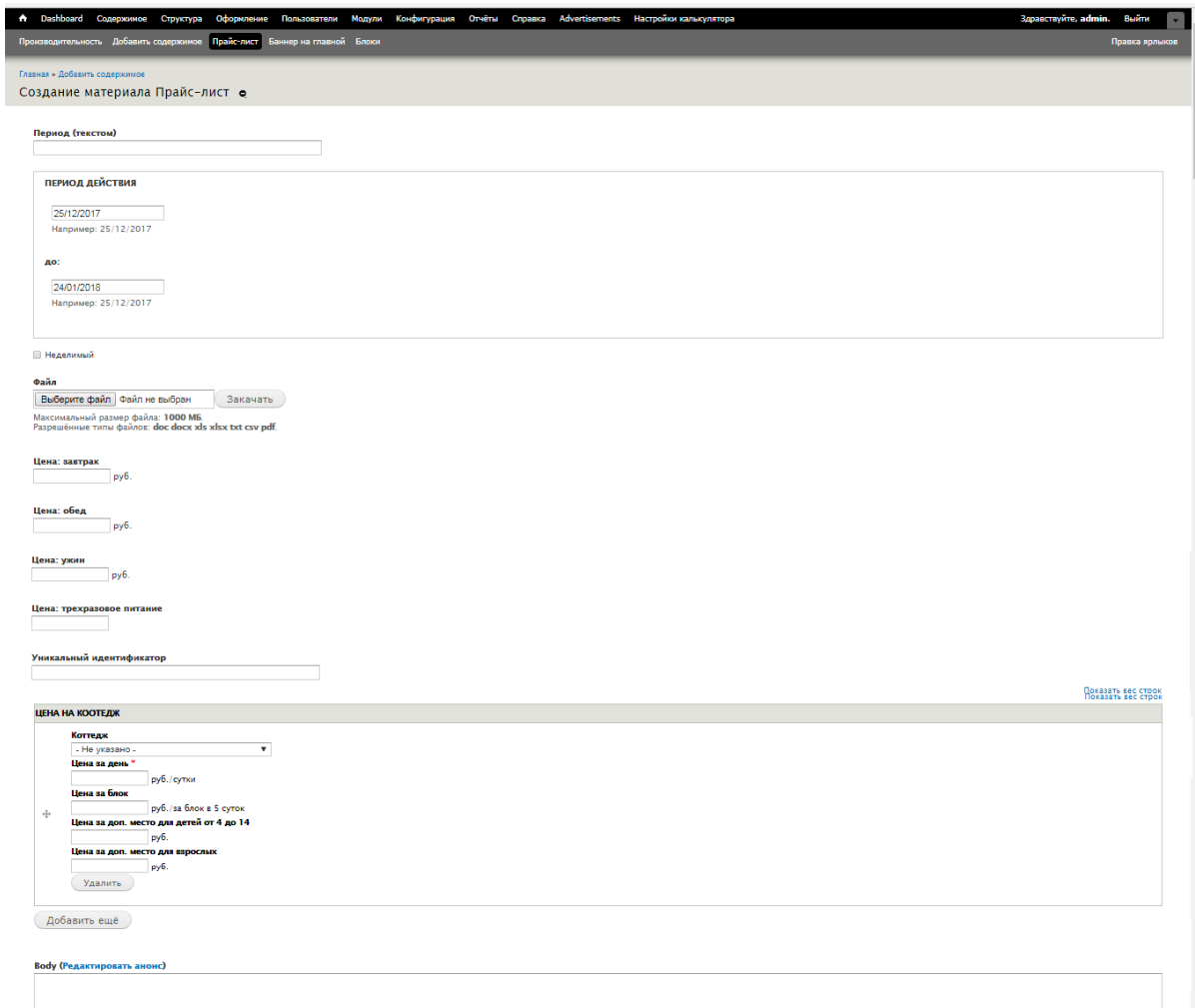


Рис. 9. Создание прайс-листа страницы бронирования сайта Drupal

В заключение необходимо отметить, что несмотря на в целом меньшие базовые функциональные возможности Wordpress по сравнению с Joomla и Drupal, у Wordpress есть важное преимущество - возможность править css и php-текст страниц сайта прямо из административной панели (рис. 10).

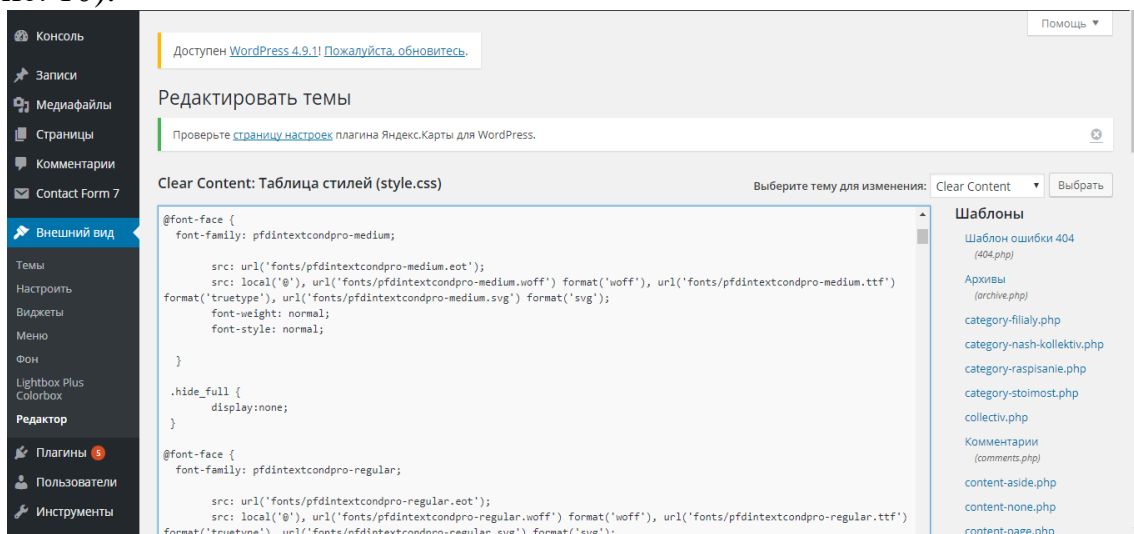


Рис. 10. Редактор стилей и шаблонов страниц Wordpress

**А.Г. Шпекторов** доцент  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
[agshpectorov@etu.ru](mailto:agshpectorov@etu.ru)

**Фам Ван Туан**, аспирант  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
[tuanhvhq@gmail.com](mailto:tuanhvhq@gmail.com)

## **СИСТЕМА НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТОМ**

Приведена общая характеристика систем с нечеткой логикой. Предложена методика синтеза нечеткой системы управления движением автономного подводного аппарата. Проведено сравнение различных нечетких систем управления. Приведены результаты моделирования.

### **Введение**

В задачах управления подводными аппаратами наиболее сложным для проектирования является автоматический режим движения, поскольку он должен обеспечивать заданное траекторное движение и позиционирование в сложных условиях эксплуатации - наличие значительных возмущений внешней среды, сложного рельефа морского дна [1] и т. д.

Наиболее эффективными признаны адаптивные системы автоматического управления движением автономными подводными аппаратами (АПА). Однако они требуют использования сложных математических моделей динамики пространственного движения АПА в условиях внешних возмущений, что существенно усложняет техническую реализацию таких систем.

Для управления подвижными объектами с высокой точностью целесообразно применять современные методы, не требующие использования сложных математических моделей объектов управления [2]. К ним относятся методы, которые используют нечеткую логику при реализации отдельных регуляторов или систем управления подвижными объектами в целом.



**Рис. 1.** Внешний вид автономного подводного аппарата

Объектом исследования в данной работе является автономный подводный робот, приведенный на рис. 1. Управление движением в горизонтальной и вертикальной плоскостях осуществляется отдельно, с помощью соответственно расположенных винтов. Пространственное движение подводного робота традиционно описывается в 6-ти степенях свободы, включая независимые координаты, необходимые для описания расположения и ориентации, и записывается в виде системы нелинейных векторно-матричных дифференциальных уравнений [3, 4, 5]. Согласно [5], у АПА подобного типа можно отдельно рассматривать задачи стабилизации по глубине и курсу. Поэтому в работе ставится задача синтеза универсальной нечеткой системы управления, который можно применять для разных систем стабилизации. В качестве примера рассматривается стабилизация АПА на глубине.

### **Методика синтеза нечеткой системы управления.**

Традиционные нечеткие системы управления техническими объектами содержат нечеткие регуляторы (НР) и, при необходимости, модули обработки информации, учитывающие специфику объекта и задач управления. Исследования показали, что для автоматического управления движением АПА по глубине в большинстве случаев достаточным является учет двух переменных - ошибки (отклонения текущей глубины от заданной)  $h_e = h_3 - h$  и скорости изменения вертикальной координаты  $v = dh/dt$  [5]. Присутствие шумов в канале измерения координаты может привести к неустойчивости системы управления, поэтому необходимо использование сглаживающего фильтра в системе управления. В [6, 7] предложены различные структуры фильтра, позволяющего получить сглаженные оценки координаты и скорости перемещения. Выходной переменной НР является сигнал  $u$ , который задает тягу двигателя АПА. Структура системы управления АПА с нечетким регулятором показана на рис. 2.

Кроме фильтра Калмана, в структуру системы нечеткого управления входят вспомогательные масштабные коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$ . С помощью масштабных коэффициентов можно изменять свойства нечеткой системы управления, оставляя постоянной структуру нечеткого регулятора.

Таким образом, методика синтеза нечеткой системы включает:

- 1) выбор функций принадлежности для лингвистических переменных;
- 2) выбор правил нечеткого вывода регулятора;
- 3) определение базы нечетких правил;
- 4) настройка масштабных коэффициентов нечеткой системы управления.

Разрабатываемый регулятор включает в себя три лингвистические переменные: две входные – ошибка  $h_e$ , скорость изменения ошибки  $v$ , и одну выходную – управление  $u$  (рис. 2). Настройка функций принадлежности осуществляется выбором диапазонов регулирования  $[x_{min}, x_{max}]$  входных переменных НР [8]. Поскольку в рассматриваемом случае тяга регу-

лируется прямыми и реверсивными оборотами гребного винта, то целесообразно выбрать  $x_{min} = -x_{max}$ . Для универсализации процесса настройки функций принадлежности можно принять для обеих входных переменных диапазон  $[-1, 1]$ , а собственно настройки проводить с помощью масштабных коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$  (см. Рис. 2).

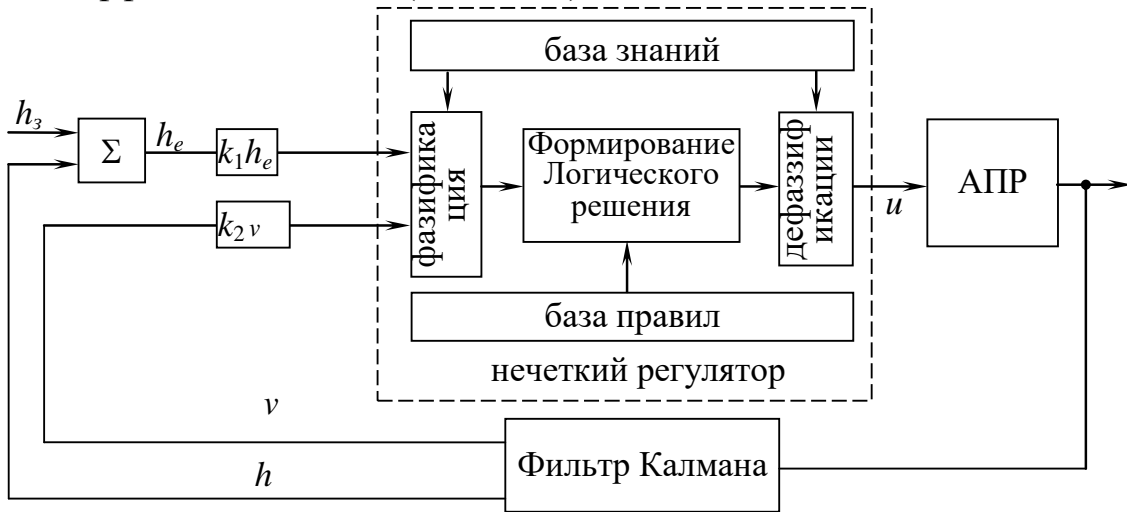


Рис. 2. Структура системы управления с нечетким регулятором

$h_3$  - заданная глубина движения АПА над морской плоскостью;  $h$  - фактическая глубина;  $h_e$ ,  $v$  - погрешность управления и ее производная;  $k_1$ ,  $k_2$  - масштабные коэффициенты;  $u_z$  - управляющее воздействие

Диапазон выходной переменной определяется максимально развиваемой тягой винта. С учетом того, что все винты АПА имеют одинаковые характеристики, можно не вводить выходной масштабирующий коэффициент и учесть амплитуду выходного сигнала непосредственно с помощью соответствующей функции принадлежности. Для данного АПА диапазон выходной переменной составляет  $[-20, 20]$ .

### Нечеткие регуляторы с линейными функциями принадлежности

Для лингвистической переменной  $h_e$  предлагается использовать пять термов с нечеткими значениями: «большое отрицательное» (NL), «среднее отрицательное» (NS), «малое» (Z), «среднее положительное» (PS) и «большое положительное» (PL). Лингвистическая переменная  $v$  имеет три терма: «отрицательное» (N), «малое» (Z), «положительное» (P). Для выходной лингвистической переменной предлагается использовать семь термов: «большое отрицательное» (NL), «среднее отрицательное» (N), «малое отрицательное» (NS), «нулевое» (Z), «малое положительное» (PS), «среднее положительное» (P), «большое положительное» (PL). Данное количество термов представляется наиболее удобным и обеспечивает удовлетворительную чувствительность регулятора к изменению состояния системы. Исследуются разные типы функций принадлежности: треугольные и трапециевидные, определяемые тремя числами ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ). Границы термов вы-

браны из условия их симметричности относительно положительных и отрицательных значений входных сигналов (Рис. 3).

Способ задания выходной переменной зависит от принятого правила нечеткого вывода. Исследуется влияние на вид управления двух правил (алгоритмов): Мамдани и Сугено. Вид выходной переменной при контроллере Мамдани приведен на рис. 3, для контроллера Сугено переменная описывается семью соответствующими константами: [-20,-15,-9,0,9,15,20].

Как было отмечено выше, структура нечеткого регулятора принимается постоянной, поэтому набор правил формируется один раз и в дальнейшем не меняется. Набор правил для управления на глубине приведен в таблице 1.

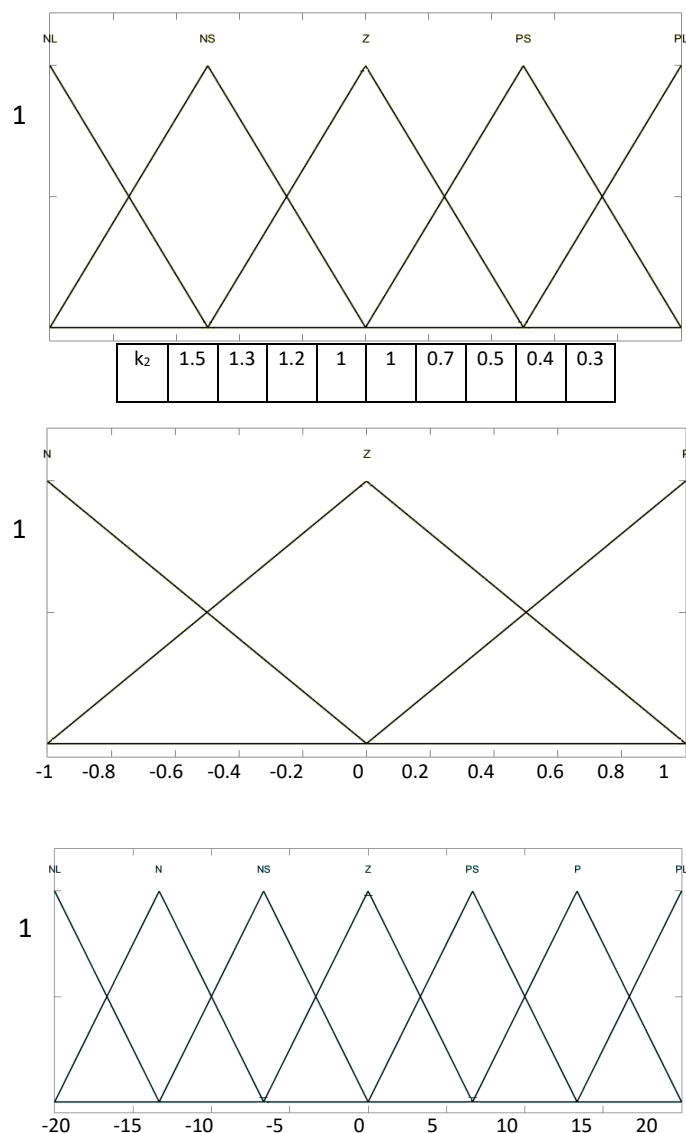


Рис. 3. Функции принадлежности нечеткого регулятора



Т а б л и ц а 1

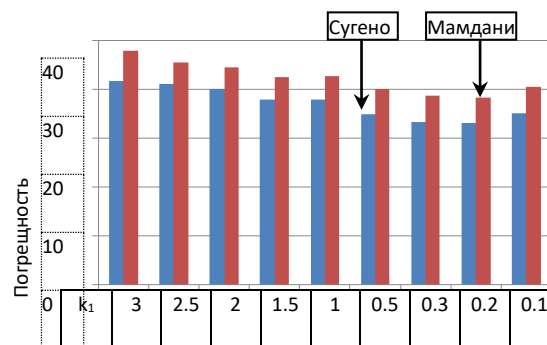
$v \backslash h$	NL	NS	Z	PS	PL
N	NS	Z	PS	P	PL
Z	NL	NS	Z	PS	PL
P	NL	N	NS	Z	PS

На этапе дефаззификации используется метод центра тяжести, как наиболее простой для реализации.

Коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$  будем настраивать таким образом, чтобы при выполнении наиболее характерного режима вертикального движения АПА– подъема (спуска) на заданный уровень – значение суммарной погрешности управления за время  $T = 50$  с было минимальным:

$$\varepsilon = \int_0^T |h_e| dt \rightarrow \min.$$

Синтез и моделирование работы нечеткой системы проводилось в пакете MATLAB, поскольку он имеет удобный инструмент для моделирования НР - прикладной пакет Fuzzy Logic Toolbox. Методика настройки коэффициентов следующая: для каждого из выборки значений  $k_1$  подбирается соответствующее значение  $k_2$  таким образом, чтобы суммарная погрешность  $\square$  была минимальной и перерегулирование не превышало 0,1 м. Результаты серии экспериментов показаны на рис. 4. Наименьшую величину погрешности  $\square$  при моделировании спуска на 5 м было получено с коэффициентами  $k_1 = 0,2$ ,  $k_2 = 0,4$ .

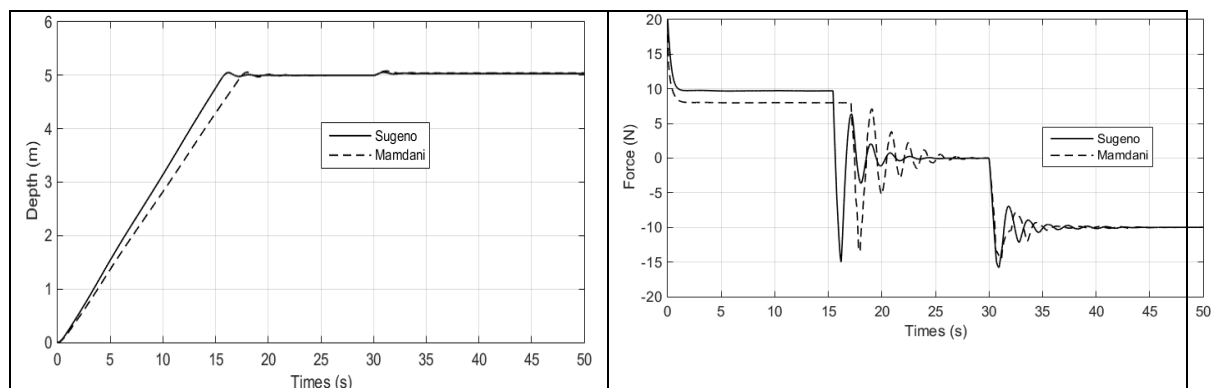


**Рис. 4.** Значения коэффициентов НР для случая треугольных функций принадлежности

Кроме отработки команды спуска на заданную глубину, также при моделировании проводилась проверка работы нечеткой системы управления в условиях действия внешних возмущений. Для этого на АПР после достижения установившегося режима подавалось приведенное внешнее возмущение. Результаты моделирования приведены на рис. 5.

Сравнение результатов проведенного моделирования показывает, что система управления с методом Сугено имеет несколько меньшую по-

грешность (на 4%) и время переходного процесса (на 4,5%) по сравнению с системой с методом Мамдани. При этом контроллер Мамдани обеспечивает более плавное и экономное управление.



**Рис. 5.** Сравнение методов синтеза «Сугено и Мамдани» с треугольными функциями принадлежности

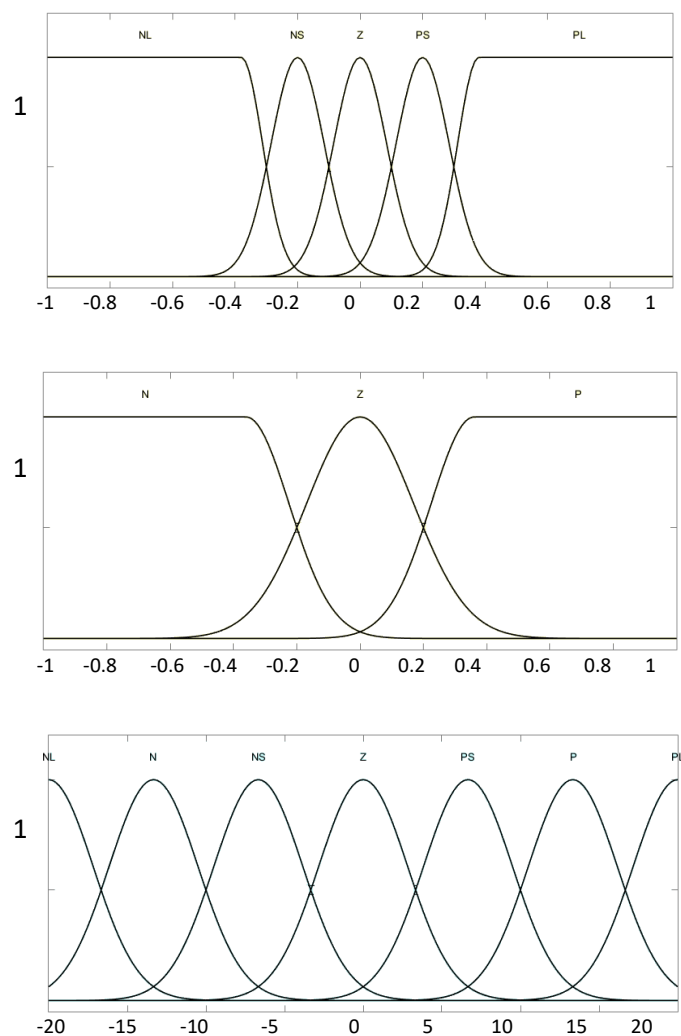
Исследование реакции нечеткой системы управления в условиях внешних возмущений показывает, что статическая ошибка системы мала и не зависит от выбора масштабирующих коэффициентов. При необходимости понижения статической ошибки потребуется уточнение структуры нечеткого регулятора – количества термов, базы правил нечеткой модели и т. д.

### **Нечеткие регуляторы с нелинейными функциями принадлежности**

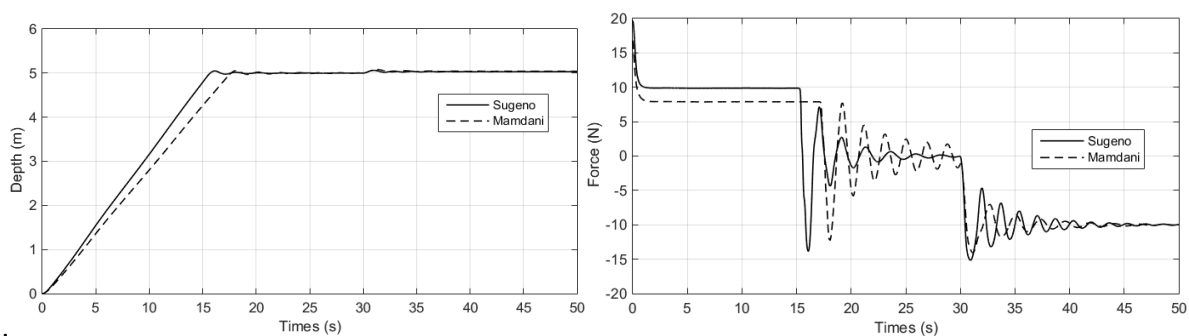
Следующей задачей исследования является проверка влияния нелинейностей функций принадлежности на качество нечеткой системы управления.

Поэтому далее рассматриваются нечеткие регуляторы с контроллерами Мамдани и Сугено, у которых функции принадлежности входных и выходных (для Мамдани) лингвистических переменных имеют вид симметричных гауссовских кривых. Функции принадлежности приведены на рис 6 а, б, с. При этом методика синтеза, набор правил и способ настройки масштабирующих коэффициентов остается без изменения.

Сравнение результатов моделирования нечетких регуляторов с выбранными треугольными и гауссовыми функциями принадлежности показывает, что переходный процесс мало зависит от типа функции, хотя присутствует небольшое улучшение переходного процесса у систем с гауссовскими функциями принадлежности: уменьшение погрешности ошибки на 0,5-1% и увеличение быстродействия на 1-2%. Малую зависимость от типа функции также демонстрирует одинаковый результат настройки масштабных коэффициентов.



**Рис. 6.** Функции принадлежности нечеткого регулятора



**Рис. 7.** Сравнение методов синтеза «Сугено и Мамдани» с гауссовскими функциями принадлежности

При этом следует отметить, что в обоих рассматриваемых случаях регуляторы с алгоритмом Сугено показывают заметно лучший результат, чем регуляторы Мамдани. В регуляторах Мамдани появляется нежелательная высокая колебательность в процессах управления. Основные результаты модельных экспериментов сведены в таблицу 2.

Т а б л и ц а 2

ФП	метод	$K_1$	$K_2$	$\varepsilon$	тяга
треугольная	Сугено	0,2	0,4	33,1	174,3
	Мамдани	0,2	0,4	38,5	157,2
Трапецевид- ная	Сугено	0,3	0,5	35,7	158,9
	Мамдани	0,3	0,5	50,8	125,3
Гауссов- ская	Сугено	0,2	0,4	32,6	178,6
	Мамдани	0,2	0,4	38,1	171,1

Таблица позволяет выбирать те или иные масштабные коэффициенты в зависимости от приоритетов управления: можно выбирать коэффициенты, обеспечивающие лучшую точность, либо более экономное управление.

### Заключение

Таким образом, в работе предложена методика синтеза нечетких регуляторов, связанная с настройкой вспомогательных масштабных коэффициентов. Показано, что нечеткие регуляторы Сугено предпочтительнее для задач стабилизации и управления. Дополнительно в работе приведены рекомендации для выбора масштабных коэффициентов и типов функций принадлежности в зависимости от поставленных целей управления.

При этом следует отметить, что если требуется повышение точности системы, его можно добиться только корректировкой нечеткого регулятора. Точность нечеткой модели на основе экспертных данных определяется знаниями эксперта о реальной системе, его возможностями перевода этих знаний в правила лингвистических значений, а также опытом, интуицией, знаниями эксперта по нечеткому моделированию.

### Библиографический список

1. Хмельнов И.Н., Турмов Г.П., Илларионов Г.Ю. Необитаемые подводные аппараты. – Владивосток, ДВГТУ, 1996. – 256 с.
2. Автоматические подводные аппараты / Агеев М.Д., Касаткин Б.А., Киселев Л.В. и др.–Л.: Судостроение, 1981 (Техника освоения океана).–224 с.

3. Лукомский Ю. А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами. –СПб. Элмор,1996. -257с.

4. S. D. Joshi and D. B. Talange, "Integer & fractional order PID Controller for fractional order subsystems of AUV," 2013 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications, Kuching, 2013, pp. 21-26.

5. Q. Sun and J. Chen. Design of an Adaptive Depth Controller for an Autonomous Underwater Vehicle // IEEE 2016 8th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), Hangzhou, 2016, pp. 288-291.

6. Хабаров С.П., Корнев А.С., Амбросовский В.М. Отказоустойчивый адаптивный к внешним возмущениям фильтр Калмана // Морская радиоэлектроника-СПб.:Отраслевые журналы ,2015. № 3, с. 20-23

7. А. Г. Шпекторов, В. Т. Фам. Анализ применения микромеханических измерительных систем для задач управления морскими подвижными объектами// Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Автоматизация и управление. 2017. Вып. 5. С. 16-20.

8. Гостев В.И. Синтез нечетких регуляторов систем автоматического управления. – К.: “Радиоаматор”, 2003. – 512 с.

**К.М. Сусь** магистрант

Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
ist@ mail.ru

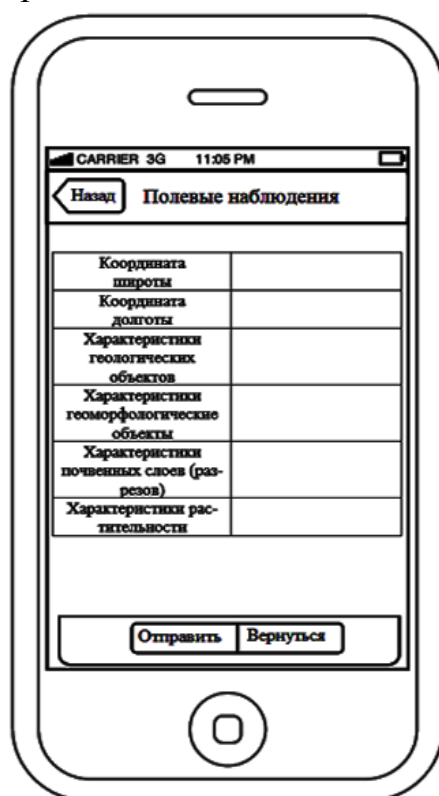
**М.А. Шубина** кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
ist@ mail.ru

## **РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Мобильные средства связи в настоящее время являются одной из наиболее быстро развивающихся информационных технологий, позволяющих работать в режиме реального времени. Наиболее заманчивой перспективой их развития является применение в областях науки и производства, связанных со свободным перемещением в пространстве источников информации, например, при проведении полевых исследований флоры и фауны для решения задач геологии, лесного хозяйства и др.

Необходимыми шагами в этом направлении является разработка пользовательских программных приложений, позволяющих формировать записи для баз данных, включающих описания природных и антропогенных объектов в выбранных точках наблюдений, привязанных к географиче-

ческим координатам их местоположения. Экран прототипа мобильного приложения приведен на рис. 1.

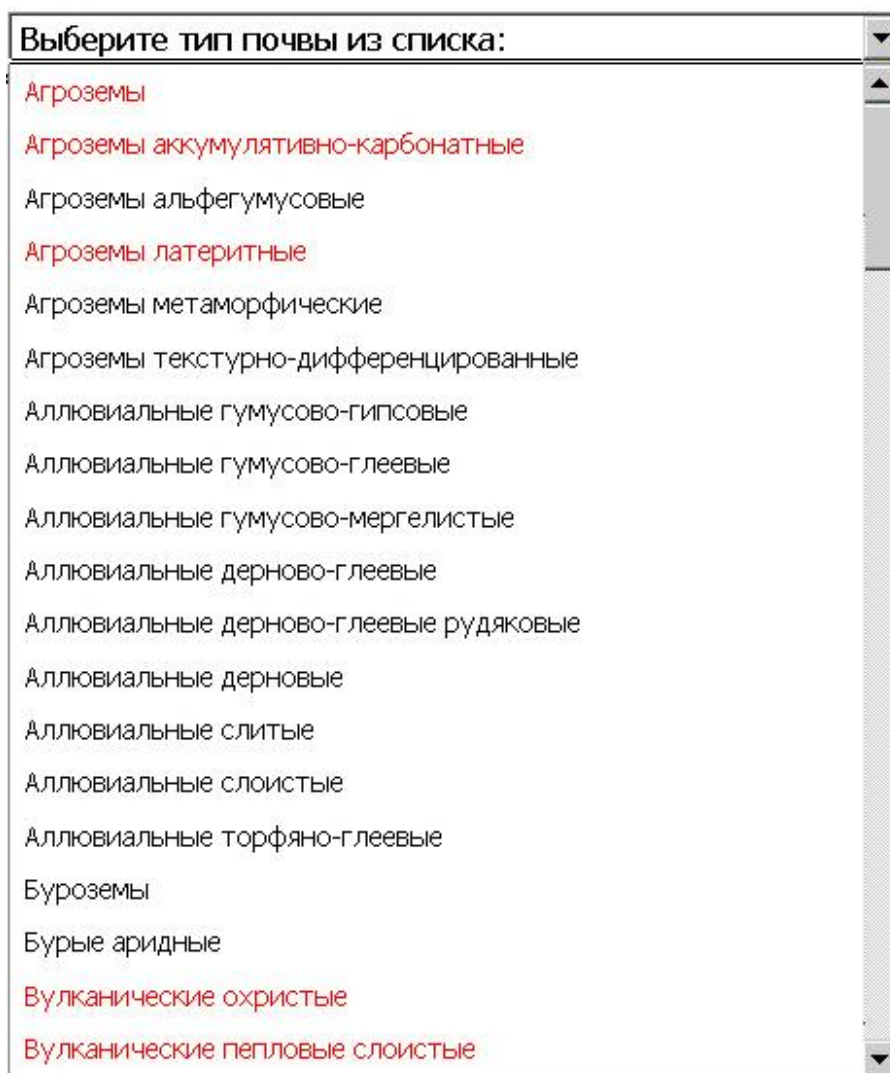


**Рис.1.** Прототип мобильного приложения для проведения полевых наблюдений

Описания могут включать, количественные и качественные характеристики природных и антропогенных объектов, например, геологических и геоморфологических, почв (рис. 2); растительности с учетом ярусности, преобладающих древесных пород, кустарниковой, травяно-кустарниковой растительности, мохово-лишайниковых покровов, и др. (например, тип леса: хвойные, лиственные (мелколиственные, широколиственные), смешанные; преобладающие древесные породы для каждого типа: ель, сосна и др.; береза, осина, ольха и др.; дуб, граб, клен, ясень, вяз и др. с указанием процентного соотношения пород; кустарниковая, травяная) и др.

При необходимости описываются характеристики водных и антропогенных объектов: дорог, строений и др.

До начала разработки приложений для удалённой работы с базами данных необходимо решить ряд задач: выбрать объекты наблюдения; определить требования к мобильным приложениям; найти или создать необходимые базы данных на основе выбранных СУБД; выбрать программы – прототипы; выбрать операционную систему, позволяющую реализовать приложения, определить алгоритмы поиска и подключения к сетям, оценить продолжительность временных промежутков вне сети, оценить объемы информации, которые необходимо сохранять, находясь вне сети, и др.



**Рис. 2.** Пример выпадающего меню характеристик почв

В качестве примера было разработано приложение для решения задач таксации, как одних из наиболее трудоемких и востребованных задач полевого обследования.

Перед созданием были изучены готовые продукты в области таксации, а так же произведено проектирование функций, требований, архитектуры и интерфейсов приложений. В процессе решения этих задач были определены платформы для разработки - OS Android [4] для мобильного устройства и Web-среда для браузеров, а так же основные функции приложений - авторизация пользователя, создание, редактирование, поиск и экспорт таксационных записей. Взаимодействие приложений с пользователем заключается в сборе данных с помощью разработанного ПО, установленного на мобильное устройство, и дальнейшей его обработкой в веб-приложении на персональном компьютере.

В качестве прототипа может быть использована, например, информационно-аналитическая система, разработанная компанией AXMOR[1], включающая мобильное приложение, в которое встроены интерактивные

карты ГИС, служащие основой размещения собираемой информации, возможность использовать интернет-соединение при внесении результата работы в базу данных. Система предполагает использование клиента на базе ОС Android для сбора информации, и клиента на базе MS Windows для её обработки и генерации отчетов. Преимуществами данной системы являются использование интернета для работы с базой данных, и наличие многофункционального клиента для персонального компьютера. Явным недостатком данной системы является высокая стоимость ее разработки.

Рассмотрев готовые решения в области таксации, проанализировав их достоинства и недостатки можно сделать следующие выводы:

Существующие приложения позволяют проводить таксацию лесонасаждений путём заполнения базы данных, импортировать интерактивные карты ГИС, генерировать отчёты с помощью клиентских приложений, на основе использования ОС Android и интернет подключения. Однако следует отметить отсутствие в этой сфере универсальных клиентских приложений для ПК, отсутствие удобных интерфейсов клиента для ПК для непрофессиональных пользователей, высокая стоимость разработки.

**Требования к мобильному приложению:**

1. Создание таксационного описания в удаленной базе данных.
2. Выборка и редактирование таксационного описания в удаленной базе данных.
3. Разработка алгоритмов поиска и подключения мобильных устройств к интернету с учетом прав доступа и смены персональных данных.
4. Разработка программ взаимодействия клиентских разделов СУБД с серверными.
5. Экспорт таксационных описаний в формате PDF и в формате XLS из удалённой базы данных.
6. Удобный, эргономичный пользовательский интерфейс.
7. Организация защиты информации при передаче данных по каналам связи и при хранении на мобильных устройствах.

Приложение должно функционировать в среде мобильной операционной системы Android.

Важной частью проектирования является интерфейс программных продуктов – следовало отобрать лучшие из созданных вариантов алгоритмов работы приложений и их экранов. При создании интерфейса были использованы основные принципы построения интерфейса KISS (“keep it short and simple” – простой и понятный интерфейс, принцип группировки, однородность). На первом этапе при помощи бесплатного сервиса [iplotz.com](http://iplotz.com) были построены все макеты приложений.

Общая инфраструктура взаимодействия задает не только высокоуровневую компоновку экранов, но также рабочий процесс, поведение и организацию продукта. Следующие шесть шагов составляют процесс создания общей инфраструктуры взаимодействия [2]:



1. Определение форм-фактора, типа приложения и способов управления.
2. Определение функциональных и информационных элементов.
3. Определение функциональных групп и иерархических связей между ними.
4. Макетирование общей инфраструктуры взаимодействия.
5. Создание ключевых сценариев.
6. Выполнение проверочных сценариев для верификации решений.

Мобильное приложение состоит из следующих экранов:

- экран аутентификации, содержащий поля «логин», «пароль», «авторизоваться»;
- экран начала работы, содержащий кнопку «начать работу»;
- экран «создание, импорт, редактирование таксационных описаний», содержащий поля: «создать», «импорт» или «редактирование», «лесничество», «квартал», «выдел», «площадь (га), «долгосрочное пользование», «склон», «высота над уровнем моря», «целевая порода», «текст хозраспоряжения», «эрозия»;
- экран «экспорт данных», содержащий поля: «экспорт данных», «параметры поиска», «участковое лесничество», «номер квартала», «выдел».

Кроме того была разработана форма для смены персональных данных, включающая поля: «обновить информацию», «E-mail», «старый пароль», «новый пароль».

Следующим этапом была разработка мобильного приложения в среде Android Studio, с актуальной версией SDK.

Инструментом создания приложений в ОС Android Studio является Activity (активности) [5]. Создаваемое приложение содержит пять активностей, каждая из которых играет роль экрана и взаимодействует с пользователем. На рис. 5 показана схема работы мобильного приложения для таксации - приложение передаёт данные серверу в формате JSON, сервер, при помощи API-слоя, получает данные, и помещает их в базу данных.

API-слой реализован на языке PHP, система управления базой данных на MySQL. API-слой является связкой между мобильным приложением и базой данных. Данные, внесённые в форму приложения, присваиваются переменным и передаются при помощи скрипта на языке PHP. Далее, значения переменных помещаются в базу данных с помощью транзакции.

Сервер, обрабатывающий запросы, доступен в сети интернет по адресу vsaltour.ru. Для данного доменного имени подключен сертификат шифрования, позволяющий производить безопасную передачу данных по протоколу HTTPS. По сути, разработанные приложения являются клиентами для сервера баз данных, которые предназначены для хранения

таксационных выделов. Алгоритм работы мобильного приложения представлен на рис. 3.

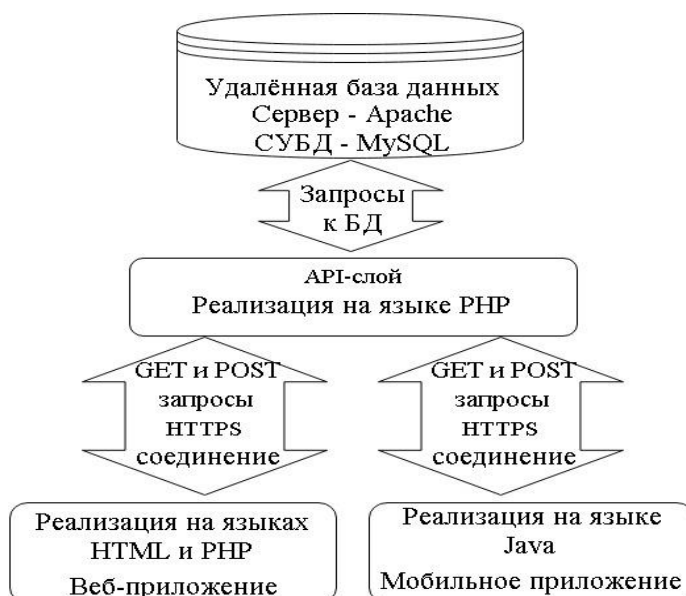


Рис. 3. Схема работы мобильного приложения

Алгоритм работы с данной системой приложений таков: **пользователь** регистрируется в веб-интерфейсе и получает уникальный номер, который впоследствии будет идентифицировать его записи, добавленные с помощью мобильного приложения. После загрузки и установки мобильного приложения из личного кабинета, пользователь может начинать работу с системой.

Работа с мобильным приложением включает в себя импорт и редактирование информации о таксационных выделах в форме записей в базе данных. При добавлении записи пользователь вводит свой уникальный номер, при помощи которого настроены права доступа к записям в базе данных, и если при авторизованном запросе из веб-интерфейса номер пользователя текущего соответствует номеру указанному в добавленной записи, то пользователь сможет её редактировать или экспортировать в формате pdf и xls.

После разработки приложений было произведено программное и аппаратное тестирование приложений, а так же тестирование в реальных условиях. Тестирование системы приложений в реальных условиях проходило в парке "Сосновка". При помощи мобильного приложения был осуществлён сбор лесотаксационной информации, при импорте данных был указан личный номер.

Далее средствами веб-интерфейса добавленная запись была найдена и экспортирована в двух форматах. Интерфейс мобильного приложения в процессе тестирования отображен на рис. 4. Разработанные приложения позволяют: ускорить процесс актуальной коррекции данных, повышают мобильность данных, использовать их непрофессиональному пользователю.

лю, с помощью водостойких чехлов для устройств проводить сбор данных в дождливую погоду, при наличии планшетного компьютера использовать данную систему приложений без вложений.

### **Заключение**

В ходе данной работы были сделаны следующие выводы:

1. Информатизация процесса сбора данных в лесной таксации позволяет проводить сбор в полевых условиях, ускоряет процесс актуальной коррекции данных и повышает мобильность данных.

2. Использование приложения не требует значительных материальных вложений, исключая приобретение мобильного устройства, что позволяет использовать его в рабочем процессе непрофессиональному пользователю.

3. Тестирование в реальных условиях показало полную работоспособность данной системы приложений.

4. Разработанные приложения направлены на реализацию требований Лесного кодекса по составлению кадастров лесных земель (Первый пункт: Ускорить и оптимизировать процесс ввода результатов полевой работы).

### **Библиографический список**

1. Компания AXMOR. Информационно-аналитическая система. <https://axmor.ru/projects/forestry-software>

2. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия.–Пер.с англ.–СПб.: Символ'Плюс, 2009.–688 с.

3. Черных В.Л., Сысуев В.В., Информационные технологии в лесном хозяйстве: Учебное пособие. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 378 с.

4. <http://wp-seven.ru/stat-i/novosti/statistika-mobil-ny-h-os-za-dekabr-016.html>

5. Варакин М.В. Разработка мобильных приложений под Android. УЦ «Специалист» при МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.

← Добавить запись в базу данных

## Добавить запись в базу данных

Введите Ваш номер		101	
Лесничество		Номер квартала	
Сосновка		1	
		П. таксации	
		1.8	

Выдел	Площадь, га	Долгоср. Пользование	Защ. Участок	Экспозиция	Склон, град	Высота над ур. моря	Эрозия, Вид
4	1.8						
Эрозия, Степень	Целевая порода	Текст хозраспоряжения	Преобл.Порода	Класс бонитета	Тип леса	ТЛУ	Год вырубки
				2	ЧВО	B2	
Проект. меропр. 1-е	Проект. меропр. % выборки	ТПроект. меропр. 2-е	Проект. меропр. 3-е	Кол-во пней, всего	Кол-во пней, сосна		
Диаметр пней	Тип вырубки	Общая захламлиённость		Захламлённость ликвид		Старый сухойстой	

Ярус	Коэффициент	Порода	Возраст	Высота	Диаметр	Класс Товарности	Происхождение	Полнота	Сумма	Запас на 1 га
1	10	Б	45	18	18			0.7		

Подросл. возобновление										
Кол-во т.ш./га	Высота	Ср.возраст	Коэффициент	Порода	Коэффициент	Порода	Коэффициент	Порода	Оценка	Порода

Рис. 4. Экран мобильного приложения во время опытного тестирования

**И.В. Ганичев**, кандидат технических наук, доцент  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
ganich.iv@mail.ru

**С.В. Киселева**, ст. преподаватель  
Кафедра информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. С.М. Кирова  
Kiseleva.kiseleva2010s@yandex.ru

## **ИНТЕРАКТИВ В ПРАКТИКЕ «ШАБЛОНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ» НА PYTHON**

Простота и выразительность конструкций языка Python привлекает все большее число студентов Вузов. Эволюция языков программирования сопровождалась новыми подходами к описанию моделей систем. Положительные утвердившиеся образцы в практике разработчиков, пригодные для повторного использования названы шаблонами, или паттернами проектирования. Модели объектов в таком виде агрегируются, связываются в крупные структуры, но еще не готовы к реализации и проходят следующую фазу программирования в выбранной языковой среде.

При повторном обращении к наработанным проектам они могут дополняться нужными дополнительными объектами.

Исторически начало использования слова шаблон, паттерны фиксируется в работах по строительству и архитектуре Кристофера Александра в 1977 г.

Развитие IT-технологий и индустрии подхватило эстафету архитектурных воззрений и уже более 25 лет активно включает новые архитектурные стили проектирования информационных систем.

Целью данной работы является внедрение в сознание новых парадигм проектирования и программирования при активном использовании интерактивного подхода в различных его проявлениях. Выделим типовые базовые шаблоны.

Классификация шаблонов может быть проведена с точки зрения уровня абстракции на концептуальные, проектирования и программные [1]

С этих пор работа с паттернами состоит также в том, что их использование позволяет выделить часто встречающиеся проблемы, дать им имена, предложить типовые решения, которые можно внедрять в создаваемые ИС. При использовании паттернов следует иметь в виду, что они не предоставляют готовый код. Значимость их имен определяет ту легкость общения, которая достигается между проектировщиками, программистами и, возможно с третьей стороной. В аналитической модели шаблоны проектирования находятся на уровне нескольких взаимодействующих объектов.

Надо отметить, что функциональный код на следующей фазе работы с паттерном приходится писать программисту. Базовая формула паттерна определяется четверкой

Pt = (Имя, Задача, Решение, Результат).

Шаблон проектирования, подходящий под задачу, реализуется в каждом конкретном случае. Кроме того, он не зависит от языка программирования. Это проверенные и готовые к использованию решения часто возникающих в повседневном программировании задач. Это не класс и не библиотека, которую можно подключить к проекту, это нечто большее. Хороший шаблон легко реализуется в большинстве, если не во всех языках

Т а б л и ц а . 1

Порождающие паттерны

Порождают ..	Решает задачи	
Абстрактная фабрика (Abstract Factory) - объекты	Предоставляет интерфейс для создания семейств взаимосвязанных или взаимозависимых объектов, не специфицируя их конкретных классов.	Классы абстрактной фабрики часто реализуются фабричными методами, но могут быть реализованы и с помощью паттерна прототип.
Строитель (Builder) - объекты	Отделяет конструирование сложного объекта от его представления, так что в результате одного и того же процесса конструирования могут получаться разные представления. От абстрактной фабрики отличается тем, что делает акцент на пошаговом конструировании объекта.	Строитель возвращает объект на последнем шаге, тогда как абстрактная фабрика возвращает объект немедленно. Строитель часто используется для создания паттерна компоновщик.
Фабричный метод (Factory Method) - классы	Определяет интерфейс для создания объекта, но оставляет подклассам решение о том, какой класс инстанцировать.	Позволяет делегировать инстанцирование подклассам.
Прототип (Prototype) - объекты	Задаёт виды создаваемых объектов с помощью экземпляра-прототипа.	Создаёт новые объекты путем копирования этого прототипа.
Одиночка (Singleton) - порождает объекты	Гарантирует, что у класса есть только один экземпляр, и предоставляет к нему глобальную точку доступа.	С помощью паттерна одиночка могут быть реализованы многие паттерны (абстрактная фабрика, строитель, прототип)

## Структурные паттерны

Структурируют ..	Решает задачи	Основные особенности
Модуль (Module) - объекты	Инкапсуляции, создания четкой структуры из подключаемых модулей, не засоряя глобальный контекст	
Адаптер (Adapter) - классы и объекты	Преобразует интерфейс одного класса в интерфейс другого, который ожидают клиенты	Обеспечивает совместную работу классов с несовместимыми интерфейсами, которая без него была бы невозможна
Мост (Bridge) - объекты	Отделяет абстракцию от её реализации так, чтобы то и другое можно было изменять независимо	
Компоновщик (Composite) - объекты	Компонуется объекты в древовидные структуры для представления иерархий часть-целое	Позволяет клиентам единообразно трактовать индивидуальные и составные объекты
Декоратор (Decorator) - объекты	Динамически добавляет объекту новые обязанности	Является гибкой альтернативой порождению подклассов с целью расширения функциональности
Фасад (Facade) - объекты	Предоставляет унифицированный интерфейс вместо набора интерфейсов некоторой подсистемы	Фасад определяет интерфейс более высокого уровня, который упрощает использование подсистемы
Приспособленец (Flyweight) - объекты	Использует разделение для эффективной поддержки множества мелких объектов	
Заместитель (Proxy) - объекты	Является суррогатом другого объекта и контролирует доступ к нему	

Оценить ситуацию и сделать правильный выбор среди некоторых вариантов применения – это качество приобретается с опытом и становится искусством.

## Паттерны поведения

Поведение..	
Цепочка обязанностей (Chain of Responsibility)	Позволяет избежать привязки отправителя запроса к его получателю, давая шанс обработать запрос нескольким объектам. Связывает объекты-получатели в цепочку и передает запрос

- объектов	вдоль этой цепочки, пока его не обработают
Команда (Command) - объектов	Инкапсулирует запрос как объект, позволяя тем самым задавать параметры клиентов для обработки соответствующих запросов, ставить запросы в очередь или протоколировать их, а также поддерживать отмену операций.
Интерпретатор (Interpreter)-классов	Для заданного языка определяет представление его грамматики, а также интерпретатор предложений этого языка
Итератор (Iterator) - объектов	Предоставляет способ последовательного доступа ко всем элементам составного объекта, не раскрывая его внутреннего представления
Посредник (Mediator) - объектов	Определяет объект, инкапсулирующий способ взаимодействия множества объектов. Посредник обеспечивает слабую связанность системы, избавляя объекты от необходимости явно ссылаться друг на друга и позволяя тем самым независимо изменять взаимодействия между ними
Хранитель (Memento) - объектов	Не нарушая инкапсуляции, фиксирует и выносит за пределы объекта его внутреннее состояние так, чтобы позднее можно было восстановить в нем объект.
Наблюдатель (Observer) - объектов	Определяет зависимость типа "один ко многим" между объектами таким образом, что при изменении состояния одного объекта все зависящие от него оповещаются об этом и автоматически обновляются
Состояние (State) - объектов	Позволяет объекту варьировать свое поведение в зависимости от внутреннего состояния. Извне создается впечатление, что изменился класс объекта
Стратегия (Strategy) - объектов	Определяет семейство алгоритмов, инкапсулирует каждый из них и делает их взаимозаменяемыми. Стратегия позволяет изменять алгоритмы независимо от клиентов, которые ими пользуются
Шаблонный метод (Template method) - классов	Шаблонный метод определяет основу алгоритма и позволяет подклассам переопределить некоторые шаги алгоритма, не изменяя его структуру в целом.
Посетитель (Visitor) - объектов	Описывает операцию, выполняемую с каждым объектом из некоторой структуры. Паттерн посетитель позволяет определить новую операцию, не изменяя классы этих объектов
Классная доска (Blackboard)	Из нескольких специализированных подсистем (источников знаний) собирают свои знания, чтобы построить, возможно, частичное или приближенное решение. Подсистемы работают вместе, чтобы решить эту проблему, а общее решение является суммой его частей

Шаблон проектирования, подходящий под задачу, реализуется в каждом конкретном случае. Кроме того, он не зависит от языка программирования. Это проверенные и готовые к использованию решения часто возникающих в повседневном программировании задач. Это не класс и не библиотека, которую можно подключить к проекту, это нечто большее. Хороший шаблон легко реализуется в большинстве языков программиро-



вания. Классический пример разработки паттерна MVC разделяет проект на логические модули [2].

Архитектура программного обеспечения, в которой модель данных приложения, пользовательский интерфейс и управляющая логика разделены на три отдельных компонента, так, что модификация одного из компонентов оказывает минимальное воздействие на другие компоненты - T}на представлена в форме MVC (Model View-Controller или «Модель- представление-контроллер»). Общая схема использования паттерна MVC [2] представлена на рис.1.

Шаблон MVC позволяет разделить данные, представление и обработку действий пользователя на три отдельных компонента:

- модель (Model); модель **предоставляет данные (обычно для View)**, а также реагирует на запросы (обычно от контроллера), изменяя свое состояние;
- представление (View); отвечает за отображение информации (пользовательский интерфейс);
- поведение (Controller); интерпретирует данные, введенные пользователем, и информирует (модель и представление) о необходимости соответствующей реакции.

Модель данных приложения, логика и представление данных отделены друг от друга. Одно из ключевых достоинств подобного разделения, что модель не зависит ни от представления, ни от поведения. Это позволяет строить модель независимо от визуального представления, а также создавать несколько различных представлений для одной модели. Например, для формирования web-страниц представление (View) отделено от выполнения действий по нажатию кнопок на формах (Controller). Взаимодействие «Контроллера» с «Моделью» и с «Видом» может быть асинхронным, а схема использования при переходе от общей к более частным случаям использования в настольных приложениях и далее для web-приложений все более усложняется. Причем MVC-паттерн не дает готового законченного решения, но всегда будет полезен для дисциплины организации разработки.

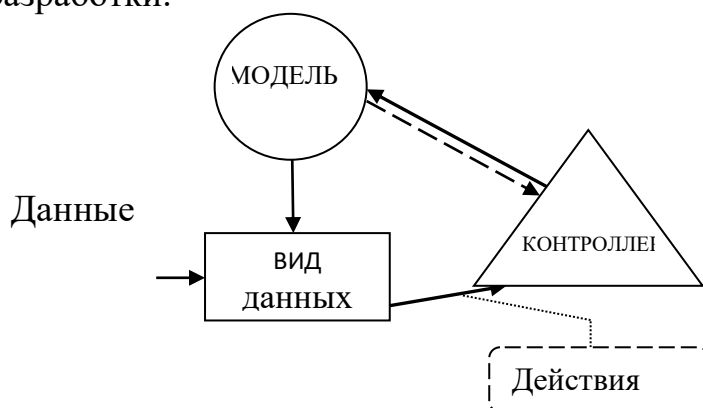


Рис 1. Общая схема использования паттерна MVC

Во время интерактивных занятий демонстрируются видимые результаты анализа такой формы проектов информационных систем как шаблоны проектирования. На основе базовых принципов объектно-ориентированного представления реализуется формула развертывания шаблона в цепочке «имя, назначение-цель, решение, результат».

### **Библиографический список**

1. Б. Я. Советов, А. И. Водяхо, В. А. Дубенецкий, В. В. Цехановский. Архитектура информационных систем: учебник для студ. М. : Издательский центр «Академия», 2012.

2. Информационные системы и технологии: теория и практика: сб. научн. тр. Вып. 2/отв.ред. А.М. Заяц. – СПб.: СПбГЛТУ, 2009.--с.58-63.

М.Р. Вагизов кандидат технических наук, доцент

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С АНАЛИЗОМ ГЕОДААННЫХ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Источник чрезвычайной ситуации — опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.[1] Исходя из данных мониторинга, общемировой и локальной статистики по государствам, возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) в больших городах носит периодический характер, причинами некоторых ЧС в городской среде могут стать:

1. Большая плотность населения.  
(Нарушение эпидемиологического и санитарного контроля).
2. Расположение производственных баз и заводов.  
(Аварии на территориях).
3. Специализированные производства химической и фармацевтической продукции.  
(Выброс отравляющих веществ).
4. Большое число устаревших инженерных и других коммуникаций. (Аварии неиспользуемых и других видов коммуникаций)
5. Научно-исследовательские вирусологические и биологические лаборатории.  
(Неправильная эксплуатация, ненадлежащее использование биологических материалов,)
6. Расположение АЭС, ТЭЦ и ГЭС.

(Аварии на территориях данных объектов)

Данный перечень не является окончательным, поскольку городская среда, постоянно изменяется, возникают новые производства, сооружаются и тестируются новые материалы, в постоянно изменяющейся среде возникают новые штаммы вирусов и появляются новые угрозы для населения. К сожалению, большое количество разнообразных, техногенных, биологических и других рисков не позволяет гарантировано оградить все слои социального населения от них, однако для того, что бы первоначально выявить наиболее опасные с точки зрения возникновения возможной ЧС передовым технологическим решением становится разработка специализированной геоинформационной системы, в задачи которой будут входить:

- Мониторинг и сбор поступающих сведений в систему ГИС,
- Визуализация локальных событий, выбросов, очагов и пр.
- Отображение наиболее значимых объектов расположенных в непосредственной близости к источникам техногенных рисков.
- Анализ поступающих показателей.
- Моделирование развития ЧС.
- Визуализация данных имеющих атрибутивную информацию.

Данная геоинформационная система в первую очередь необходима для помощи в принятии управленческих решений, вторым немаловажным аспектом является время, потраченное на принятие решений, в этой связи геоинформационная система должна обладать качественной структурой и системой визуализации геоданных. Отличительной особенностью проектируемой ГИС являются следующие показатели: 3D визуализация географических объектов; скорость вычисления ситуационных событий; анализ данных и вариантов устранения, предотвращения ЧС, примеры аналогичных, возникших ранее ЧС и пути их решения или устранения. Комплекс обозначенных выше особенностей, которыми должна обладать современная ГИС, на сегодняшний день абсолютно реализуем, с учётом использования передовых, серверных и сетевых технологий. Дополнительной встроенной особенностью в структуру ГИС является модуль анализа и интеллектуализации данных, именно благодаря встроенным процедурам обработки поступающих данных с выводом результатов будет сокращаться время на принятие решений. За основу интеллектуального анализа данных будут отвечать алгоритмы технологии Data Mining.

Data Mining – технология интеллектуального анализа данных с целью выявления скрытых закономерностей в виде значимых особенностей, корреляций, тенденций и шаблонов.[2] Комплексная задача по разработке ГИС состоит из следующих этапов реализации проекта, представленных на схеме. (Рис.1)



Рис.1. Общая схема этапов реализации проекта

Глобально решение разработки проектируемой ГИС можно разделить на два аспекта: функционально-логический аспект и программно-технический.

Функционально-логический аспект.

На данном этапе требуется сформулировать обозначенные задачи в виде последовательных действий. Данный аспект должен раскрыть содержание геоинформационной системы, и какими конструктивными особенностями она будет обладать, здесь должны быть отражены ключевые технологии их место в общей структуре системы. Дополнительно данный аспект должен включать в себя описание процессов работы системы. На данном уровне должны быть отражены в формальном виде результирующие функции системы их стандартная работа. Помимо функциональной спецификации работы ГИС, необходимо, что бы были учтены логические функции системы, которые должны быть описаны с учётом требований спецификации проектируемой системы, так в частности в данном проекте необходимо учитывать ключевые особенности которыми должна обладать система. Среди ключевых особенностей можно выделить шесть составляющих(Рис.2.):

1. Система отображения карт.
2. Система 3D визуализации.
3. Технология Data Mining.
4. Отображение атрибутивных показателей.
5. Web сервер хранения и обработки данных
6. Взаимодействие ГИС с интернет.

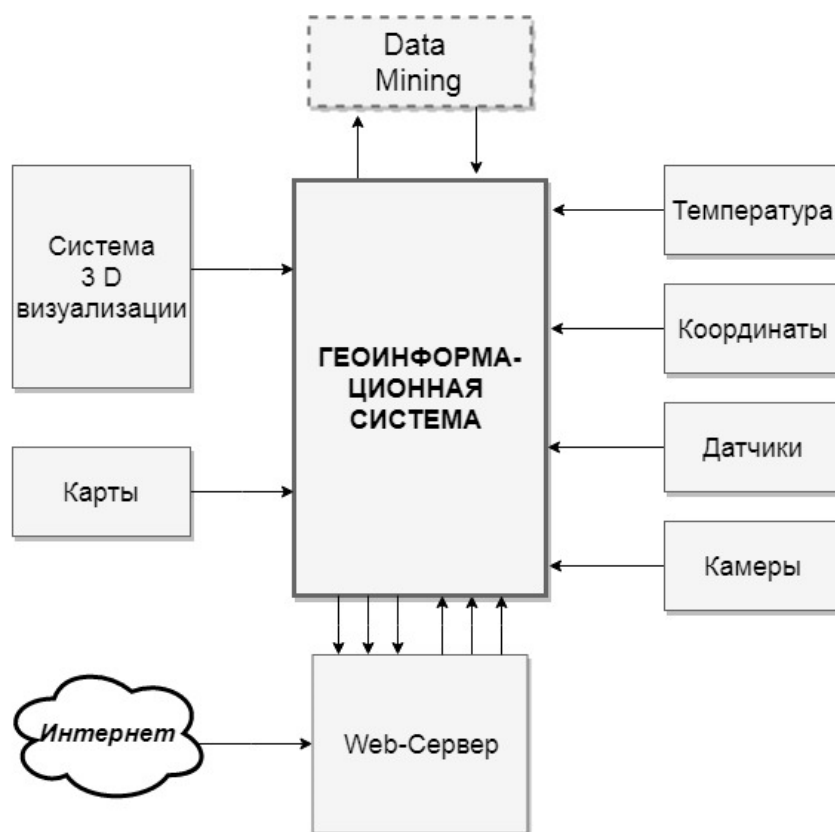


Рис.2. Составляющие функциональные компоненты ГИС.

Система отображения карт, включает в себя первоначально объекты визуализации в среде ГИС. Среди основных задач ГИС это локальный мониторинг за объектами, представляющими наибольшую угрозу с точки зрения техногенных рисков в городской среде. Исходя из этого, при входе в ГИС, необходимо отображение территориальных уровней. Сначала административного деления, для своевременной ориентации лица принимающего решения (ЛПР), затем отображение, выделенным, объектов повышенной опасности. Стоит ли говорить о положительном эффекте и необходимости реализации данного решения. При отображении потенциально опасных объектов, в минуты возникновения ЧС, самым важным показателем является время на принятие решений, для этого в первую очередь ЛПР, должны чётко представлять ситуацию и визуально оценивать, анализировать характеристики не только объекта, на котором возникло ЧС, но так же и прилегающих к нему территорий. Так система визуализации должна обладать набором взаимосвязанных понятий и технологией отображения, выделения и фиксации объектов на карте. Визуализация как пример обозначенных задач (Рис.3.).

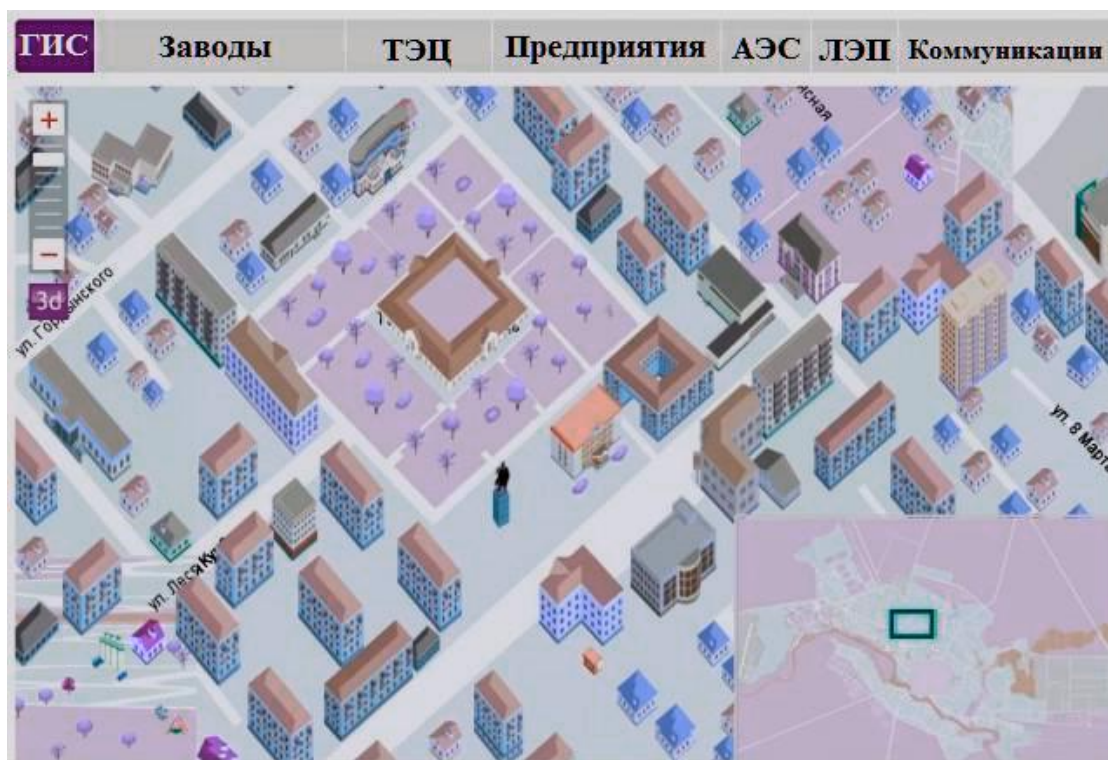


Рис.3. Отображение в ГИС трёхмерных объектов.

При отображении пространственно-координированных объектов необходимо, чтобы соблюдались следующие условия работы ГИС: скорость доступа к данным при выделении объекта, скорость загрузки всех элементов на карте, отображении границ административно-территориальных делений. Описание технологической структуры элементов проектируемой ГИС с элементами интеллектуализации данных связано со вторым аспектом.

Программно-технический аспект.

Программно-технический аспект включает в себя, построение системы с использованием инструментов разработки. При проектировании ГИС включены следующие основные инструменты разработки:

1. Среда разработки NET.Beach
2. Язык программирования JavaScript.
3. Технология Data Mining.
4. АРІ интерфейс.

АРІ интерфейс (интерфейс прикладного программирования) – позволяет использовать данную технологию для отображения административных границ. Включение технологии Data Mining в структуру ГИС позволит анализировать поступающие данные и выводить результаты анализа в виде графиков, диаграмм. Выбор языка программирования JavaScript обоснован в связи со структурой ГИС, однако для расширения функционала системы могут использоваться и другие объектно-ориентированные языки программирования.[3] Среда разработки позволяет просматривать, анализировать и работать с различными программными технологиями в единой среде.

Сложно недооценивать потенциал геоинформационных систем и возможностей использования ГИС при ЧС. На сегодняшний день отсутствуют общепринятые критерии и стандарты при проектировании ГИС. Это позволяет задействовать самые разнообразные технологии, спецификации, методы проектирования и создания ГИС. Использование проектируемой ГИС нацелено в первую очередь для таких ведомств как:

1. Министерство Чрезвычайных ситуаций.
2. Администрации районов города.
3. Муниципалитеты.
4. Ситуационные центры и штабы.

Стоит отметить, что современный уровень серверных технологий позволяет по-другому подойти к задаче не только составления архитектуры ГИС, но и возможностей технологий интеллектуального анализа данных, которые в свою очередь могут быть внедрены в структуру геоинформационной системы.

#### Библиографический список

1. Чрезвычайные ситуации  
[http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ klassifikaciya-chrezvychaynyh-situaciy.html](http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/klassifikaciya-chrezvychaynyh-situaciy.html)
2. Технология Data Minig –  
[http://nikas.pnzgu.ru/files/nikas.pnzgu.ru/miheev\\_semochkina\\_48\\_51.pdf](http://nikas.pnzgu.ru/files/nikas.pnzgu.ru/miheev_semochkina_48_51.pdf)
3. Вагизов М.Р. // Разработка интерактивных геоинформационных систем: принципы построения и конструирования системы. // Инф. системы и технологии: теория и практика. Сб. научных трудов. Отв. ред Заяц. СПбГЛТУ 2017.- с.22-27

## Оглавление

<b>Р.М.Яковлев, И.А.Обухова</b> Оценка перспектив применения альтернативных моделей реакторов в ядерной энергетике.....	3
<b>И.В. Панфилов</b> О кибернетической системе.....	14
<b>Н.Г. Полетаева</b> Оптимальные ядерные оценки плотности вероятности при наличии ошибок наблюдений .....	19
<b>Л.Г. Пушкарева</b> Автоматизация учета технических и материальных активов структурных подразделений СПбГЛТУ.....	28
<b>К.М. Сусь, С.П. Хабаров</b> Анализ процесса подключения Wi-Fi клиента к беспроводной точке доступа.....	32
<b>К.М. Сусь, С.П. Хабаров</b> Анализ фреймов в процессе использования разных режимов работы маршрутизатора.....	39
<b>М. П.Филяев</b> Повышение эффективности процессов материально-технического обеспечения на основе применения современных инструментальных средств ТВ имитационного моделирования.....	45
<b>С.П. Хабаров</b> Доступ к беспроводным Ad Hoc сетям средствами ОС windows 10.....	50
<b>С.П. Хабаров</b> Организация программных точек доступа средствами ОС Windows 10.....	60
<b>К.М. Сусь, С.П. Хабаров</b> Мониторинг беспроводной Wi-Fi сети с использованием сетевого монитора microsoft network monitor.....	73
<b>М.Л.Шилкина</b> Сравнительный обзор использования различных CMS в сайтостроении.....	82
<b>А.Г. Шпекторов, Фам Ван Туан</b> Система нечеткого управления автономным подводным аппаратом ..	92
<b>К.М. Сусь, М.А. Шубина</b> Разработка клиентских приложений мобильных устройств для описания полевых наблюдений.....	100
<b>И.В. Ганичев, С.В. Киселева</b> Интерактив в практике «шаблоны проектирования» на python.....	108
<b>М.Р. Вагизов</b>	113
	122



